1.1.1. Kütlenin Korunumu Kanunu

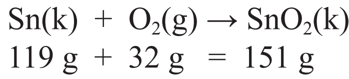
Kimya bilimi, ilk çağlardan beri ilkelerinden çok uygulamalarıyla ilgi çekmiştir. Örneğin çeşitli asit, baz ve tuzlar yüzyıllardır bilinip kullanılmaktadır.Havanın temel bileşenleri olan oksijen ve azot gazları 18. yüzyılda atmosferden elde edilmiş ve gaz yasaları ortaya konulmuştur. Bununla birlikte modern kimyanın doğuşu yanma olayının açıklanmasıyla başlamıştır.



Görsel 1.1: Kütlenin korunumu

1774 yılında Antonie Lavoisier (Anton Lavoziye), bir miktar kalay örneğini ağzı açık kapta ısıttığında kalayın beyaz bir toza dönüştüğünü [kalay(IV) oksit] ve kütlesinin arttığını görmüştür. Aynı miktar kalay örneğini cam balonun içine koymuş ve ağzını kapattığı bu balonu tartmıştır. Daha sonra bu cam balonu ısıttığında kalayın yine beyaz bir toza dönüştüğünü ancak kütlesinin değişmediğini tespit etmiştir. Lavoisier, bu deneyi defalarca yapmış ve her seferinde şunu görmüştür: Kullanılan havanın bir miktarının ve kalayın kütlelerinin toplamı oluşan beyaz tozun kütlesine eşittir (Görsel 1.1).

Lavoisier yapmış olduğu bu deneylerle yanma olayını açıklamıştır. Bunun sonucunda o zamana kadar yanma olayını açıklamak için kullanılan **filojiston** kuramını çürütmüştür. Yanma sonucunda maddenin yok olmadığı, kalayın ısıtılmasında da maddenin yoktan var olmadığı bu ve buna benzer başka deneylerle belirlenmiştir. Lavoisier, bu sonuçlardan yararlanarak kütlenin korunumu kanununu ortaya koymuştur. Bu kanuna göre kimyasal bir tepkimede tepkime sonunda oluşan maddelerin kütlelerinin toplamı tepkimeye giren maddelerin kütlelerinin toplamına daima eşittir.



$Sn(k) + O_2(g) \rightarrow SnO_2(k)$

$119\ g + 32\ g = 151\ g$

Kütlenin korunumu kanunu nükleer tepkimelerde geçerli değildir.

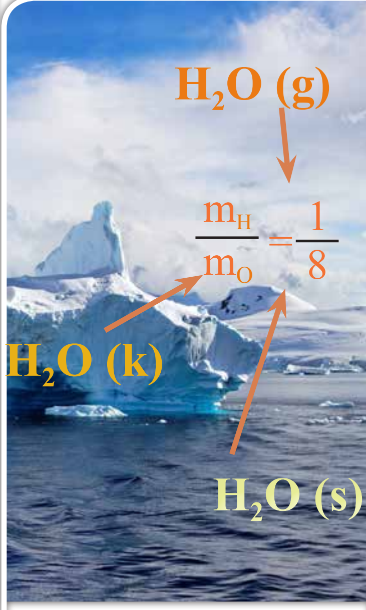
Örnek: 3,4 gram X'in tamamı
$X + 6A \rightarrow 5B + 6C$ denklemine göre bir miktar A ile birleşerek 7 gram B ve 5,4 gram C oluşturmaktadır. Buna göre tepkimeye giren A miktarı kaç gramdır?

Çözüm: Kütlenin korunumu kanununa göre tepkimeye giren maddelerin kütlelerinin toplamı tepkime sonucunda oluşan maddelerin kütlelerinin toplamına eşittir.

Buradan hareketle $3{,}4 + m_A = 7 + 5{,}4$ eşitliğindeki A'nın kütlesi 9 gram olarak bulunur.

Alıştırma: 6,8 gram amonyağın (NH_3) tamamı
$4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2N_2(g) + 6H_2O(s)$ tepkimesine göre bir miktar O_2 ile birleşerek 5,6 gram N_2 ve 10,8 gram H_2O oluşturmaktadır. Buna göre tepkimeye giren O_2 kaç gramdır?

1.1.2. Sabit Oranlar Kanunu



Görsel 1.2: H_2O molekülündeki sabit oran

1797 yılında Fransız kimyacı Joseph Proust (Josef Prus), birçok bileşiğin bileşimi üzerine çeşitli deneyler yapmış ve şunu gözlemlemiştir: Bir bileşik hangi metotla elde edilirse edilsin elementlerin birleşim oranları hep aynıdır. Proust, yaptığı bu gözlemlerini **sabit oranlar kanunu** olarak tanımlamıştır. Bu kanuna göre bir bileşiğin bütün örnekleri aynı bileşime sahiptir. Yani bir bileşiği oluşturan elementlerin kütlece birleşme oranı sabittir.

Örneğin 18 gram H_2O oluşması için 16 gram oksijen gazı ve 2 gram hidrojen gazının birleşmesi gerekir. Bu durum matematiksel olarak şöyle ifade edilebilir:

$$\frac{m_H}{m_O} = \frac{2}{16} = \frac{1}{8}$$

Bu oran (1/8), miktarı ne olursa olsun dünyanın her yerindeki bütün H_2O örnekleri için aynıdır (Görsel 1.2).

Genel formülü A_XB_Y şeklinde olan herhangi bir bileşikte sabit oran şu şekilde hesaplanır:

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{\text{x.A'nın atom kütlesi}}{\text{y.B'nin atom kütlesi}}$$

Örnek: 1 gram hidrojen ile 8 gram oksijenden 9 gram su oluşmaktadır. 12 gram oksijen ve yeterince hidrojenden en fazla kaç gram su oluşur?

Çözüm: Suyu oluşturan hidrojen elementi ile oksijen elementi arasındaki kütlece birleşme oranı

$$\frac{m_H}{m_O} = \frac{1}{8} \text{ dir.}$$

Bu eşitlikten elde edilen sabit orana göre şöyle bir orantı kurulabilir:

8 gram oksijen ile 1 gram hidrojen birleşirse
12 gram oksijen ile X

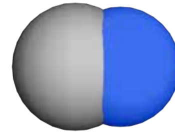
X =1,5 gram hidrojen birleşir.

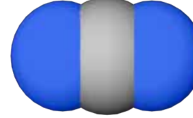
12 gram oksijen ile 1,5 gram hidrojen gazının tepkimesinden 13,5 gram H_2O oluşur.

Alıştırma: X ve Y elementlerini içeren bir bileşikte 15 gram X ile 35 gram Y birleşmektedir. Buna göre 24 gram X ile en fazla kaç gram Y birleşir?

1.1.3. Katlı Oranlar Kanunu

Katlı oranlar kanunu 1804 yılında John Dalton (Con Dalton) tarafından ortaya konulmuştur. Bu kanuna göre iki element birden fazla bileşik oluşturuyor ise bu elementlerden herhangi birinin sabit miktarıyla birleşen diğer elementin kütleleri arasında basit tam sayılarla ifade edilebilen bir oran vardır. Bu orana **katlı oran** denir. Örneğin karbon ile oksijen elementleri arasında birden fazla bileşik oluşabilir. Bu bileşikler karbon monoksit ve karbon dioksittir. 12 gram karbon elementiyle oluşturulan karbon monoksit bileşiğinde 16 gram oksijen elementi vardır. Aynı miktarda karbon elementiyle oluşturulan karbon dioksit bileşiğinde ise 32 gram oksijen elementi bulunur. O hâlde sabit 12 gram karbon elementi ile birleşen oksijen molekülleri arasında 32/16 = 2/1 oranı vardır. Bu sonuç Dalton Atom Modeli'ne uygundur. Çünkü karbon monoksitte 1 karbon atomuyla 1 oksijen atomu, karbon dioksitte ise 1 karbon atomuyla 2 oksijen atomu birleşir (Görsel 1.3). Karbon dioksitte daima karbon monoksittekinin iki katı kadar oksijen atomu bulunur.





Görsel 1.3: Karbon ve oksijen arasındaki katlı oran

Örnek: Demir ve oksijen elementleri FeO ve Fe_2O_3 bileşiklerini oluşturur. Bu iki bileşikte aynı miktar demir ile birleşen oksijenler arasındaki katlı oran kaçtır?

Çözüm: Hangi elementler arasındaki katlı oran soruluyor ise diğer elementlerin sayıları eşitlenir ve sorulan elementler arasındaki katlı oran bulunur. Birinci bileşik 2 ile genişletildiğinde demir ve oksijen elementinin sayıları 2 olur. Böylelikle ikinci bileşik ile birinci bileşikteki demir miktarları eşitlenir ve oksijenler arasındaki katlı oran $\frac{2}{3}$ olur.

Örnek: Karbon ve hidrojenden oluşan iki bileşikten birincisinde 12 gram karbon ve 4 gram hidrojen, ikincisinde 36 gram karbon ve 8 gram hidrojen vardır. Buna göre birinci bileşikteki hidrojenin ikinci bileşikteki hidrojene katlı oranı kaçtır?

Çözüm: Hangi elementler arasındaki katlı oran soruluyor ise diğer elementlerin kütleleri eşitlenir ve sorulan elementler arasındaki katlı oran bulunur.

1. Bileşik

Karbon kütlesi	12
Hidrojen kütlesi	4

2.Bileşik

Karbon kütlesi	36
Hidrojen kütlesi	8

Birinci bileşik 3 ile genişletildiğinde karbon kütleleri her iki bileşikte eşitlenir. Bu durumda hidrojenler arasındaki katlı oran $\frac{3}{2}$ olur.

Alıştırma: A ve B elementlerinden oluşan iki farklı bileşiğin birincisinde 18 gram A ile 21 gram B birleşirken diğer bileşiğin 1,80 gramında 0,54 gram A bulunmaktadır. Bu bileşik çiftinde katlı oran nedir?

İki bileşik arasında katlı oranlar kanununun aranabilmesi için gereken koşullar şunlardır:

1. Bileşik çiftinin aynı elementlerden oluşması gerekir. LiCl – NaCl bileşik çiftinde elementler aynı olmadığı için katlı oran yoktur.
2. Bileşik çiftlerindeki element cinsi ikiden fazla olamaz. $H_2SO_4 – H_2SO_3$ ikiden fazla element cinsi içerdiği için bu bileşik çiftinde katlı oran yoktur.
3. Bileşik çiftleri arasındaki katlı oran 1 ise katlı oranlar kanunu bu bileşik çiftlerine de uygulanamaz. $C_2H_4 – C_3H_6$ bileşik çifti arasında katlı oran yoktur.

$$\frac{3/C_2H_4}{2/C_3H_6}=1$$

Örnek: Aşağıdaki bileşik çiftlerinden hangileri katlı oranlar kanununa uyar?

a) HCl – HBr
b) $CH_4 – C_2H_6$
c) HClO – $HClO_4$
ç) $NO_2 – N_2O_4$

Çözüm

a) HCl – HBr bileşik çiftinde atomlar ortak değildir. Bileşik çifti katlı oranlar kanununa uymaz.
b) $CH_4 – C_2H_6$ bileşik çiftinde atomlar ortaktır ve katlı oran 1'den farklıdır. Bileşik çifti katlı oranlar kanununa uyar.
c) HClO – $HClO_4$ bileşik çifti üç tür atom içerir. Bileşik çifti katlı oranlar kanununa uymaz.
ç) $NO_2 – N_2O_4$ bileşik çiftinde atomlar ortaktır ancak katlı oran 1'e eşittir. Bileşik çifti katlı oranlar kanununa uymaz.

Alıştırma: Aşağıdaki bileşik çiftlerinden hangileri katlı oranlar kanununa uyar?

a) $H_3PO_4 – H_3PO_3$

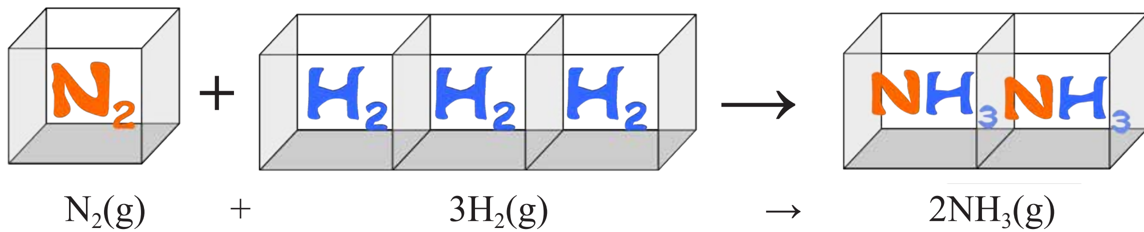
b) $C_3H_6 – C_6H_{12}$

c) NaO – NaO_2

ç) CO – NO

1.1.4. Sabit Hacim Oranları Kanunu

Bu kanuna göre gazlar, belirli basınç ve sıcaklıkta basit hacim oranlarına göre birleşir. Gaz hâlindeki herhangi bir ürünün hacmi ile tepkimeye giren gazlardan herhangi birinin hacmi arasında da tam sayılı basit bir oran vardır. Sabit hacim oranları kanunu, Joseph Gay-Lussac (Cozef Geylusak) tarafından 1809 yılında ortaya konulmuştur. Bu kanuna göre azot ve hidrojen gazlarının amonyak gazı oluşturmak için gerçekleştirdiği tepkimede yer alan katsayılar ve hacimler arasındaki bağıntı şöyle ifade edilebilir:



$$N_2(g) \quad + \quad 3H_2(g) \quad \rightarrow \quad 2NH_3(g)$$

Bu tepkimedeki gazların birbirilerine hacimsel oranları şu şekildedir:

$$\frac{V_{N_2}}{V_{H_2}} = \frac{1}{3} \qquad \frac{V_{H_2}}{V_{NH_3}} = \frac{3}{2} \qquad \frac{V_{N_2}}{V_{NH_3}} = \frac{1}{2}$$

Örnek: $2NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$ tepkimesine göre 20 litre NH_3 gazının tam olarak ayrışması sonucu N_2 ve H_2 gazlarından en çok kaç litre elde edilir?

Çözüm: Tepkime denklemi yazılarak aşağıdaki gibi bir şablon oluşturulur. Tepkimede gaz hâlinde bulunan maddeler arasında sabit hacim oranlar kanunu uygulanır. Bu kanuna göre katsayısı 2 olan NH_3 tamamen harcandığında katsayısı 1 olan N_2 gazından 10 litre, katsayısı 3 olan H_2 gazından ise 30 litre oluşur.

	$2NH_3(g)$	$\rightarrow$ $N_2(g)$	+ $3H_2(g)$
Başlangıç	20	—	—
Tepkime	-20	+10	+30
Sonuç	0	10	30

Alıştırma: 10 litre X_2 gazı ve 20 litre Y_2 gazından meydana gelen karışım bir kıvılcımla tutuşturuluyor ve X_2Y gazı oluşuyor. Buna göre

a) Hangi maddeden kaç litre artar?

b) Kaç litre X_2Y gazı oluşur?

DENEY











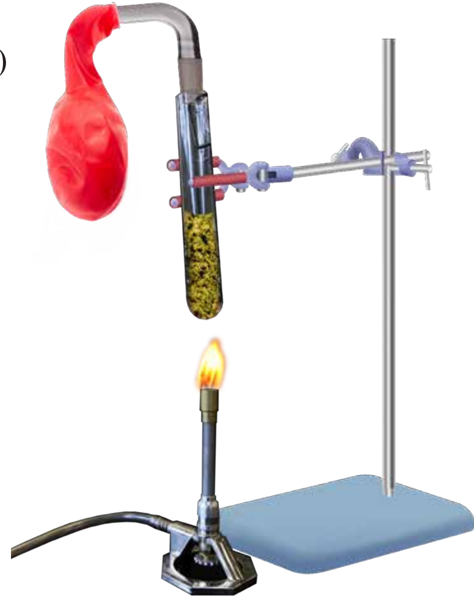
Demir(II) Sülfür Bileşiğinin Elde Edilmesi

Amaç

Farklı elementlerin bir araya gelerek yeni saf maddeler oluşturduğunu, bileşikler oluşurken kütlenin korunduğunu ve elementlerin sabit oranda bir araya gelerek bileşikleri meydana getirdiğini kavratmak

Madde ve Malzemeler

- 7 gram demir tozu
- 4 gram kükürt tozu
- Bunzen mesnedi
- Bunzen beki
- Bunzen kıskacı
- Deney tüpü (4 adet)
- Saat camı (4 adet)
- Balon (4 adet)
- Hassas terazi
- Bağlama parçası
- Tüp maşası



Deneyin Yapılışı

1. Demir tozunu spatül yardımıyla saat camının üzerine koyunuz. Yine aynı yöntemle kükürt tozunu diğer saat camının üzerine koyunuz.
2. Kükürt ve demir tozlarını başka bir saat camının üzerine koyarak tozların karışmasını sağlayınız.
3. Mıknatısı karışıma yaklaştırarak sonuçları gözlemleyiniz.
4. Mıknatıs yardımıyla ayırdığınız demir ve kükürt tozlarının karışmasını sağlayınız. Bu karışımı deney tüpüne doldurunuz ve deney tüpünün ağzını balon ile bağlayınız.
5. Hazırladığınız deney tüpünü tarttıktan sonra bunzen bekinde ısıtınız. Bu işlem sırasında demir ve kükürt tozu karışımında meydana gelen değişimleri gözlemleyiniz.
6. Karışımda meydana gelen değişimler bittikten sonra deney tüpünü soğuması için bir süre bekletiniz.
7. Deney tüpünü soğuduktan sonra tartınız.
8. Aynı işlemleri tablodaki 2, 3, 4 numaralı demir ve kükürt miktarları için de yaparak bulduğunuz sonuçları tabloya yazınız.

Deneyler	Demir Kütlesi (g)	Kükürt Kütlesi (g)	Bileşik Kütlesi (g)
1	7	4	
2	14	8	
3	21	12	
4	28	16	

Sorular

1. Oluşan maddenin mıknatıs tarafından çekilmemesinin sebebi ne olabilir?
2. Yaptığınız ilk tartımlarla son tartımlar arasında bir fark var mı?
3. Bileşikteki elementlerin kütlece birleşme oranını hesaplayınız.

Yorumlarınız

1.2. MOL KAVRAMI



Günlük yaşamda bazı ürünler adet, bazı ürünler ise kilogram olarak satılır. Örneğin bir markette baharat vb. ürünler kilogram, yumurta ve ekmek gibi ürünler tane hesabıyla satılır. Bunun sebebi satılan ürünün boyutlarıdır.

Küçük tanecikler bir araya geldiğinde bu taneciklerin oluşturduğu miktarı adet olarak ifade etmek oldukça zor bir iştir. Örneğin bir kilogram tuzdaki taneleri saymak bir insanın aylarını alabilecek bir süreçtir. Peki tuz tanesinden bile daha küçük olan atom, molekül ya da iyonların sayısı nasıl ifade edilebilir?

Bu konuda atom, molekül ve iyon gibi çok küçük taneciklerin sayısının nasıl belirlendiği ele alınacaktır.



1.2.1. Bağıl Atom Kütlesi

Atom, bir elementin tüm kimyasal özelliklerini taşıyan en küçük yapı birimidir. Son derece küçük olan atomun kütlesi içerdiği proton, nötron ve elektron sayıları ile ilgilidir. Atomda bulunan proton, nötron ve elektronun kütleleri sırasıyla $1{,}6726.10^{-24}$, $1{,}6749.10^{-24}$ ve $9{,}109.10^{-28}$ gramdır. Bu kütleler özel yöntemlerle hesaplanmıştır. Bu nedenle element atomlarının kütlelerinden söz edilirken gram cinsinden değerler değil belirli bir standarda göre hesaplanan bağıl kütleler kullanılır.

Bir atomun kütlesi tartılamayacak kadar küçüktür. Bu nedenle atomların kütlelerini bulmak için atom kütlelerinin birbiri ile karşılaştırılması yoluna gidilmiştir. Bir atomun kütlesinin, standart kabul edilen atomun kütlesi ile karşılaştırılarak hesaplanmasına **bağıl atom kütlesi** denir. Bağıl atom kütlesi, bir atomun farklı bir atoma göre hafifliği ya da ağırlığını ifade eden ölçüdür. Bağıl atom kütleleri ilk defa en basit ve en küçük atom olan hidrojen atomu standart kabul edilerek tespit edilmiştir. Hidrojenin atom kütlesi 1 olarak kabul edilmiş ve diğer elementlerin kütleleri hidrojen atomu ile karşılaştırılarak belirlenmiştir.

1 tane C atomu = 12 tane H atomu
1 tane O atomu = 16 tane H atomu
1 tane N atomu = 14 tane H atomu
1 tane F atomu = 19 tane H atomu

Hidrojenin farklı element atomları ile yaptığı bileşikler incelenmiş ve bileşik bağıl kütlesinden hidrojenin bağıl kütlesi çıkarılarak diğer elementin bağıl atom kütlesi belirlenmiştir. Örneğin HBr bileşiğinin bağıl kütlesi 81 gramdır. Hidrojenin bağıl kütlesi çıkarıldığında bromun bağıl kütlesi 80 gram olarak bulunur.Eğer o element hidrojen ile bileşik oluşturmuyorsa atom kütlesi bilinen başka bir element esas alınarak kıyaslama yapılmıştır. Ancak bağıl atom kütlesi hesaplamalarında H atomu sağlıksız sonuçlar verdiği için oksijen elementi kullanılmaya başlanmıştır.

1961 yılından sonra standart atom olarak karbon-12 izotopu (^{12}C) kullanılmaya başlanmıştır. ^{12}C izotopunun kütlesi 12,000 akb olarak kabul edilmiş, ^{12}C izotopunun kütlesinin 1/12'si atomik kütle birimi (akb) olarak tanımlanmıştır. Diğer atomların kütleleri, kütle spektrometresi kullanılarak ve kütleleri ^{12}C atomunun kütlesi ile karşılaştırılarak bulunmuştur. Buna göre bir hidrojen atomunun kütlesi, bir ^{12}C atomunun kütlesinin yaklaşık 1/12'sidir. Diğer element atomları için de aynı kıyaslamalar yapılmış ve elementlerdeki her bir atomun, ^{12}C atomunun kaç katı olduğu belirlenmiştir.

Bazı elementlerin ^{12}C izotopuna göre bağıl atom kütleleri aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1: Bazı elementlerin bağıl atom kütleleri

Element	Sembolü	Bağıl Atom Kütlesi (akb)
Hidrojen	H	1
Azot	N	14
Oksijen	O	16
Sodyum	Na	23

Bir atomun kütlesinin ölçülmesi için kütle spektrometresi kullanılır. Kütle spektrometresi (Görsel 1.4) ile bir elementte kaç izotop bulunduğu, her izotopun kütlesi ve bağıl miktarı tespit edilir.



Görsel 1.4: Kütle spektrometresi

1.2.2. Mol Kavramı ve Mol Sayısı

Günlük yaşamda birçok maddenin miktarını belirlemek için sayma sayıları kullanılır: 5 silgi, 6 defter, 2 kalem... Belirli sayıdaki çoklukları belirtirken ise deste, düzine gibi sabit birimler kullanılır. Atom ve moleküller gözle görülemeyecek kadar küçük olduğundan bunları normal yollarla saymak mümkün değildir. Bu nedenle belli sayıda atom içeren bir birim geliştirilmiş ve bu birim **mol** olarak adlandırılmıştır.

12 gram ^{12}C izotopunun içerdiği atom sayısı kadar tanecik içeren madde miktarına **mol** denir. 1 mol ^{12}C atomu 12 gram olduğuna göre 1 tane ^{12}C atomunun kütlesi hesaplandığında 1 mol madde içindeki tanecik sayısı da hesaplanabilir. Kütle spektrometresi ile 1 tane ^{12}C atomunun kütlesinin $1,9926.10^{-23}$ gram olduğu hesaplanmıştır. Buna göre 1 mol yani 12 gram ^{12}C içerisindeki atom sayısı

$12 / 1,9926.10^{-23} \approx 6,02.10^{23}$ olarak bulunur.

$6,02.10^{23}$ sayısı 1 mol taneciği ifade eder. Aynı şartlardaki bütün gazların eşit hacimlerinde eşit sayıda tanecik olduğunu ortaya koyan ilk kişi Amedeo Avogadro (Emidio Avogadro) olduğundan bu sayıya **Avogadro sayısı** denir. Bu sayı N_A ile gösterilir.

Avogadro sayısı = $N_A = 6,02.10^{23}$

Mol, Latincede büyük yığın anlamına gelir. Köstebeğin İngilizce karşılığı "mole"dür çünkü köstebek toprak yüzeyinde yığınlar oluşturur.

Bir kişi $6{,}02.10^{23}$ liraya sahip olsa ve doğduğu andan itibaren saniyede 1 milyon lira harcasa 100 yaşına geldiğinde parasının %99,99'unu harcayamamış olacaktır.

$6{,}02.10^{23}$ tane basketbol topuyla dünya büyüklüğünde bir gezegen oluşturmak mümkündür.

$6{,}02.10^{23}$ tane pinpon topu, Türkiye'deki 683 000 sınıfın her birini birer milyon topla yaklaşık 10^{12} defa doldurabilir.

Saniyede 1 milyon işlem yapabilen bir bilgisayar, Avogadro sayısı kadar işlemi yaklaşık 20 000 000 000 yılda bitirebilir.

Bir bardak suda yaklaşık 13 mol su molekülü bulunur. Bu da Sahra Çölü'nde bulunan kum tanelerinin toplamından fazladır.

Her maddenin bir taneciğinin kütlesi farklı olduğu için her maddenin 1 molünün kütlesi de farklıdır. Element atomları ^{12}C ile karşılaştırılarak bu atomların kaç akb olduğu belirlenir. Bu sayede 1 akb'nin gram cinsinden değeri bulunursa her bir elementin 1 molünün kaç gram olduğu da kolaylıkla bulunabilir.

Bir elementin tek atomunun kütlesi o elementin gerçek atom kütlesidir.

$6{,}02.10^{23}$ tane C atomu — 12 g
1 tane C atomu — X

$$1 \text{ tane C atomunun kütlesi} = \frac{12}{6{,}02.10^{23}} \text{ g}$$

1 akb ^{12}C izotopunun kütlesinin 1/12'si olduğuna göre 1 akb'nin gram cinsinden değeri

$$1 \text{ akb} = \frac{12}{6{,}02.10^{23}} \times \frac{1}{12} = \frac{1}{6{,}02.10^{23}}$$

$$\boxed{1 \text{ akb} = \frac{1}{N_A} \text{ g}}$$ olarak bulunur.

1akb'nin gram cinsinden değeri hesaplandığına göre bütün elementlerin 1 atomunun kütlesi ve 1 molünün kütlesi bulunabilir (Tablo 1.2).

Tablo 1.2: Bazı elementlerin 1 atomunun ve 1 molünün kütlesi

Atom Sembolü	1 Atomun Kütlesi (akb)	1 Atomun Kütlesi (g)	1 Molünün Kütlesi (g)
^{1}H	1	$1 \times 1{,}6605.10^{-24}$	$1 \times 1{,}6605.10^{-24} \times 6{,}02.10^{23} \approx 1$
^{12}C	12	$12 \times 1{,}6605.10^{-24}$	$12 \times 1{,}6605.10^{-24} \times 6{,}02.10^{23} \approx 12$
^{16}O	16	$16 \times 1{,}6605.10^{-24}$	$16 \times 1{,}6605.10^{-24} \times 6{,}02.10^{23} \approx 16$

Örnek: N elementinin bağıl atom kütlesi 14'tür. Buna göre

a) Azotun gerçek atom kütlesi (1 tane atomun kütlesi) kaç gramdır?
b) 14 g N elementindeki atom sayısını bulunuz.
c) 70 g azot elementinin atom sayısını bulunuz.

Çözüm

a) $6{,}02.10^{23}$ tane N atomu — 14 g
1 tane N atomu — X

$$X = \frac{14}{6{,}02.10^{23}} = 2{,}32.10^{-23} \text{ g}$$

b) 14 g N elementi $6{,}02.10^{23}$ tane atom içerir.

c) 14 g N elementi — $6{,}02.10^{23}$ tane atom
70 g N elementi — X

$$X = \frac{(70 \times 6{,}02.10^{23})}{14} = 3{,}01.10^{24} \text{ tane atom}$$

Örnek: Na elementinin bağıl atom kütlesi 23'tür. Buna göre
a) 10 tane Na atomu kaç akb'dir?
b) 46 g Na elementi kaç akb'dir?

Çözüm

a) 1 tane Na atomu — 23 akb
10 tane Na atomu — X

X = 230 akb

b) 1akb = $1/6{,}02.10^{23}$ g $6{,}02.10^{23}$ akb = 1 g
1 g — $6{,}02.10^{23}$ akb
46 g — X

X = $46 \times 6{,}02.10^{23} = 2{,}76.10^{25}$ akb

Alıştırma

1. Atomik kütle birimiyle (akb) ilgili

I. 1 tane ^{12}C izotopunun kütlesinin 1/12'sidir.
II. 1 g ^{12}C izotopunun kütlesinin 1/12'sidir.
III. 1 mol ^{12}C izotopunun kütlesinin 1/12'sidir.

yargılarından hangileri doğrudur? (LYS-2013)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

2. I. 1 oksijen atomu
II. N_A tane oksijen atomu
III. 16 akb oksijen

Oksijen elementiyle ilgili yukarıda verilen kütleleri büyükten küçüğe sıralayınız.
(O: 16 g/mol)

FEN LİSESİ KİMYA10

1.2.3. Mol Kütlesi

Bir maddedeki atom, molekül veya iyonun mol sayısını bulmak için mol kütlesi kavramını kullanmak gerekir. Bir mol atom ya da molekülün gram cinsinden kütlesine **mol kütlesi** denir. M_A ile gösterilen mol kütlesinin birimi g/mol'dür.

Bir elementin mol kütlesi 1 mol atomun kütlesidir. Moleküler bir bileşiğin mol kütlesi 1 mol molekülün kütlesidir. İyonik bir bileşiğin mol kütlesi 1 mol formül birimin kütlesidir.

Bir bileşiğin formülü ve o bileşiği oluşturan atomların mol kütleleri biliniyorsa bileşiğin mol kütlesi kolaylıkla hesaplanabilir.

Örnek: Etanın (C_2H_6) mol kütlesini hesaplayınız.
(H:1 g/mol, C:12 g/mol)

Çözüm: C_2H_6 bileşiğinin mol kütlesi = 2 (C elementinin mol kütlesi) + 6 (H elementinin mol kütlesi)

$= 2\times12 + 6\times1$
$= 30$ g/mol

Alıştırma: Aşağıda verilen bileşiklerin mol kütlelerini hesaplayınız.
(H: 1 g/mol, O: 16 g/mol, C: 12 g/mol, N: 14 g/mol, Na: 23 g/mol, Al: 27 g/mol, S: 32 g/mol)

a) H_2CO_3
b) H_2O
c) Na_2SO_4
ç) $Al(NO_3)_3$

1.2.4. İzotop Atomların Mol Kütlesi

Atom kütleleri için 12 sayısı standart alındığı hâlde atom kütlelerini gösteren çizelgede karbonun atom kütlesi 12,011 olarak verilmektedir. Bu farkın sebebi nedir? Karbon gibi birçok element doğal izotoplarının bir karışımıdır. Atom numaraları aynı, kütle numaraları farklı olan atomlar birbirinin izotopudur. Standart olarak alınan karbon atomları yalnızca karbon-12 atomlarıdır. Oysa doğal karbonda ayrıca karbon-13 ve karbon-14 de vardır. Bu iki izotopun varlığı, gözlenen atom kütlesinin 12'den büyük olmasını sağlar.

Lityumun izotopları olan lityum-6 ve lityum-7'nin kütleleri sırasıyla 6,01513 ve 7,01601 akb'dir. Lityumun periyodik cetvelde belirtilen atom kütlesi 6,941'dir. Buna göre lityum-7 doğada lityum-6'ya göre daha fazla bulunur.

Bir elementin atom kütlesi, izotoplarının doğada bulunma oranlarına göre ağırlıklı atom kütlelerinin ortalamasıdır. Ortalama atom kütlesi aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$\text{Elementin ortalama atom kütlesi} = \frac{\begin{pmatrix}\text{1. izotopun bolluk yüzdesi} \\ \times \\ \text{1. izotopun kütlesi}\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}\text{2. izotopun bolluk yüzdesi} \\ \times \\ \text{2. izotopun kütlesi}\end{pmatrix} + \ldots}{100}$$

Örneğin karbon elementi doğada %98,892 ^{12}C ve %1,108 ^{13}C izotoplarının karışımı şeklinde bulunur. Karbon için ortalama atom kütlesi şu şekilde hesaplanır:

$$\text{1 mol karbon atomunun ortalama atom kütlesi} = \frac{(98,892 \times 12) + (1,108 \times 13)}{100}$$

$$= 11,867 + 0,1441$$
$$= 12,011 \text{ g/mol}$$

Doğada üç izotopu bulunan potasyum gibi bir elementin ortalama atom kütlesini hesaplamak için her üç izotopun kütlesi, doğada bulunma yüzdeleri ile çarpılarak toplanır. Daha fazla izotopu olan elementler için de benzer işlemler yapılır.

Örnek: Klor elementinin doğada iki izotopu vardır. Doğal hâldeki klor atomlarının %75'i klor-35, %25'i ise klor-37'dir. Klorun ortalama atom kütlesini hesaplayınız.

Çözüm: 1 mol klor atomunun ortalama kütlesi $= \frac{75 \times 35 + 25 \times 37}{100}$

$$= 26,25 + 9,25$$
$$= 35,5 \text{ g/mol}$$

Alıştırma

1. Bor, doğada ^{10}B ve ^{11}B izotoplarının karışımı olarak bulunur. Borun ortalama atom kütlesi 10,8 g olduğuna göre izotoplarının doğada bulunma yüzdelerini hesaplayınız.

2. Magnezyumun doğada üç izotopu vardır. Magnezyum atomlarının %78,70'i ^{24}Mg, %10,13'ü ^{25}Mg, %11,17'si ^{26}Mg şeklindedir. Buna göre magnezyumun ortalama atom kütlesini hesaplayınız.

1.2.5. Mol Hesapları

Herhangi bir maddenin verilen miktarının (kütlesinin, tanecik sayısının ve gazlar için hacminin) kaç mole eşit olduğunu bulmak için yapılan hesaplar mol hesaplarıdır. Mol sayısı **n** sembolü ile gösterilir. Mol hesaplamalarında aşağıdaki bağıntılar kullanılır.

Kütleye Göre Mol Hesabı

$$\text{Mol sayısı} = \frac{\text{Verilen kütle}}{\text{Mol kütlesi}} \qquad n = \frac{m}{M_A}$$

Örnek: Zn elementinin mol kütlesi 64 g/mol olduğuna göre 12,8 g Zn kaç mol'dür?

Çözüm

1.Yol: Formül kullanarak bulma

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{12,8}{64} = 0,2 \text{ mol}$$

2.Yol: Denklem kurarak bulma

1 mol Zn — 64 g
X — 12,8 g

X = (12,8×1)/64 = 0,2 mol

Tanecik Sayısına Göre Mol Hesabı

$$\text{Mol sayısı} = \frac{\text{Verilen tanecik sayısı}}{\text{Avogadro sayısı}} \qquad n = \frac{N}{N_A}$$

Örnek: $1,806.10^{23}$ tane molekül içeren Cl_2 gazı

a) Kaç mol'dür?

b) Kaç tane atom içerir? ($N_A=6,02.10^{23}$)

Çözüm

a) 1.Yol: Formül kullanarak bulma

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{1,806.10^{23}}{6,02.10^{23}} = 0,3 \text{ mol}$$

2.Yol: Denklem kurarak bulma

1 mol Mg — $6,02.10^{23}$ tane atom
X — $1,806.10^{23}$ tane atom

X = $(1,806.10^{23}x1)/\ 6,02.10^{23} = 0,3$ mol

b) 1 mol Cl_2 gazı — $2×6,02.10^{23}$ tane atom
0,3 mol Cl_2 gazı — X

X = $(0,3×2×6,02.10^{23})/1 = 3,612.10^{23}$ tane atom

Normal Şartlardaki Gazlar İçin Mol Hesabı

0 °C sıcaklık ve 1 atm basınca **normal şartlar (NŞ)** veya **normal koşullar (NK)** denir. Normal şartlar altında 1 mol ideal gaz 22,4 L hacim kaplar.

$$\text{Mol sayısı} = \frac{\text{Verilen hacim}}{22,4} \qquad n = \frac{V}{V_0}$$

Örnek: Normal şartlarda 3,36 L hacim kaplayan CH_4 gazı kaç mol'dür?

Çözüm

1.Yol: Formül kullanarak bulma

$$n = \frac{V}{V_0} = \frac{3,36}{22,4} = 0,15 \text{ mol}$$

2.Yol: Denklem kurarak bulma

1 mol CH_4 — 22,4 L
X — 3,36 L

X = (3,36×1)/22,4 = 0,15 mol

Örnek: 0,2 mol $C_3H_6O_3$ molekülü

a) Kaç mol karbon atomu içerir?

b) Kaç tane hidrojen atomu içerir?

Çözüm

a) 1 mol bileşikte — 3 mol karbon atomu

0,2 mol bileşikte — X

$X = 0,2 \times 3 = 0,6$ mol karbon atomu

b) 1 mol bileşikte — $6 \times 6,02.10^{23}$ tane hidrojen atomu

0,2 mol bileşikte — X

$X = 0,2 \times 6 \times 6,02.10^{23} = 7,224.10^{23}$ tane hidrojen atomu

Örnek: 2 g H_2 gazının 16 litre hacim kapladığı şartlarda 8 g CH_4 gazı kaç litre hacim kaplar?

(H: 1 g/mol, C: 12 g/mol)

Çözüm: Aynı şartlardaki gazların hacimleri ile mol sayıları doğru orantılıdır.

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{2}{2} = 1 \text{ mol } H_2 \qquad n = \frac{m}{M_A} = \frac{8}{16} = 0,5 \text{ mol } CH_4$$

1 mol H_2 gazı — 16 L

0,5 mol CH_4 gazı — X

X = (0,5 mol x16)/(1 mol) = 8 L

Örnek: CO ve CO_2 gazlarından oluşan 0,4 mollük karışımın kütlesi 12,8 gramdır. Karışımdaki CO_2 gazının mol yüzdesini bulunuz.

(CO: 28 g/mol, CO_2: 44 g/mol)

Çözüm: $n = \frac{m}{M_A}$ formülü her bir gaz için ayrı ayrı uygulanır.

n_{CO}= X mol $X = \frac{m_{CO}}{28}$ m_{CO} = 28X gram n_{CO_2}= Y mol $Y = \frac{m_{CO_2}}{44}$ m_{CO_2} = 44Y gram

X + Y= 0,4 ve 28X + 44Y =12,8 şeklinde iki denklem elde edilir. Bu denklemler alt alta yazılır ve bilinmeyenlerden bir tanesi yok edilecek şekilde uygun katsayıyla çarpılarak denklem çözülür.

-44/ X + Y = 0,4

28X + 44Y=12,8

X= 0,3 mol Y= 0,1 mol

0,4 mol karışımın — 0,1 molü CO_2



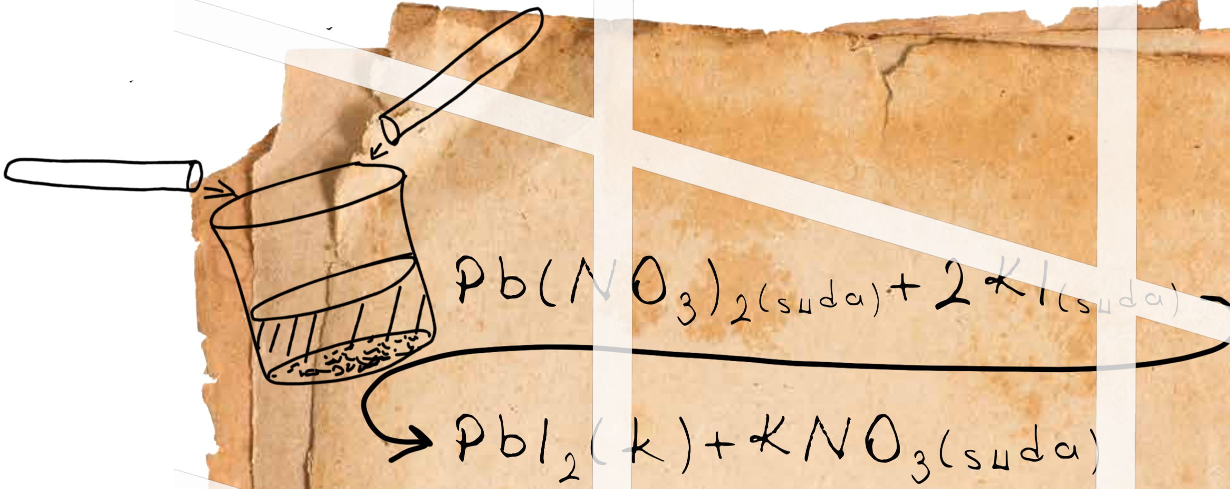
100 mol karışımın — X molü CO_2

Karışımdaki CO_2 gazının mol yüzdesi = %25

Alıştırma

1. C_2H_6 ve C_3H_4 gazlarından oluşan 1 mollük karışım 37,5 g'dır. Karışımdaki C_2H_6 gazının mol yüzdesi kaçtır? (C:12 g/mol, H: 1 g/mol)
2. 1,5 mol $C_6H_{12}O_6$ molekülündeki toplam atom sayısını bulunuz.
3. 22 g CO_2 gazının normal koşullardaki hacmini bulunuz. (C: 12 g/mol, O: 16 g/mol)

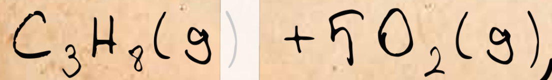
1.3. KİMYASAL TEPKİMELER VE DENKLEMLER



Kâğıt, temel bileşeni selülozun yanı sıra çeşitli katkı maddeleri de içerir. Kâğıdın bileşimi üretim süreçlerine göre değişiklik gösterir. Pamuk ya da ketenden üretilmiş olan eski kâğıtların yapısında doğal yapıştırıcılar ve %90'dan fazla selüloz bulunur. Günümüzde üretilen kâğıtlarda şap, reçine gibi katkı maddelerinin yanı sıra yüksek oranda lignin maddesi bulunur. Aslında renksiz olan selüloz, ışığı tamamen yansıtan mat yapısı nedeniyle beyaz görünür. Kâğıdın yapısındaki lignin ve diğer bileşiklerin oksijenle tepkimeye girmesi sonucu, bu moleküllerin yapısı değişir. Bunun sonucunda kâğıt, zamanla sarı-kahverengi bir görünüm kazanır.

Bu bölümde kimyasal tepkime türleri ve denklemler konusu ele alınacaktır.









1.3.1. Kimyasal Tepkime Denklemi

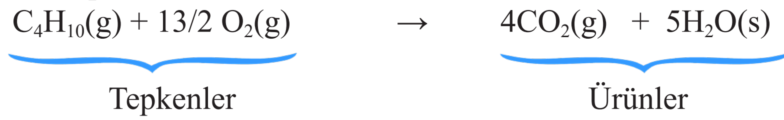
Tablo 1.3: Bir tepkimedeki fiziksel hâllerin gösterimi

Kısaltma	Fiziksel Hâl
(k)	Katı
(s)	Sıvı
(g)	Gaz

Demirden yapılmış aletlerin zamanla paslanması, evlerde kullanılan doğal gazın yanması, tüketilen gıdaların sindirilmesi birer kimyasal tepkimedir. Kimyasal tepkimelerde maddenin yapısı değişir. Kimyasal tepkimelerin gerçekleşip gerçekleşmediği bazı gözlemler sonucu anlaşılabilir: gaz çıkışı, ısı değişimi, çökelti oluşumu, renk değişimleri...

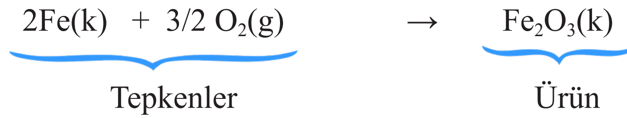
Kimyasal tepkimeler tepkime denklemleri ile gösterilir. Bir tepkime denkleminde tepkimeye giren maddelere **tepken** adı verilir ve tepkenler tepkime denkleminde sol tarafa yazılır. Tepkime sonucunda oluşan maddelere ise **ürün** denir ve ürünler tepkime denkleminin sağ tarafına yazılır. Denklemdeki bu iki taraf birbirinden okla ayrılır. Aradaki ok, tepkimenin yönünü gösterir. Tepkenlerin ve ürünlerin fiziksel hâlleri, yanlarına parantez içinde **k, s, g** ifadeleri yazılarak belirtilir (Tablo 1.3). Eğer tepkimedeki maddeler suda çözünmüş hâldeyse parantez içine **suda** ifadesi yazılır.

Çakmakları doldurmak için bütan gazı kullanılır. Bütan gazının yanma tepkimesi şu şekildedir:



$$\underbrace{C_4H_{10}(g) + 13/2\ O_2(g)}_{\text{Tepkenler}} \rightarrow \underbrace{4CO_2(g) + 5H_2O(s)}_{\text{Ürünler}}$$

Demirin paslanmasının tepkime denklemi şu şekildedir:



$$\underbrace{2Fe(k) + 3/2\ O_2(g)}_{\text{Tepkenler}} \rightarrow \underbrace{Fe_2O_3(k)}_{\text{Ürün}}$$

1.3.2. Kimyasal Tepkime Türleri

Yanma Tepkimeleri

Herhangi bir maddenin havadaki oksijenle birleşerek tepkime vermesine **yanma** denir. Yanma olayının gerçekleşmesi için yanıcı madde, yakıcı madde (oksijen) ve tutuşma sıcaklığı gereklidir. Yanma tepkimeleri genellikle hızlı gerçekleşir ancak demirin paslanması (Görsel 1.5) yavaş gerçekleşen bir yanma olayıdır.

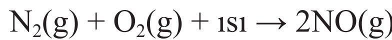


Görsel 1.5: Paslı demir



$2Fe(k) + 3/2\ O_2(g) \rightarrow Fe_2O_3(k)$ (demirin paslanması)

Yanma tepkimeleri sonucunda genellikle ısı açığa çıkar yani tepkime ekzotermiktir. Ancak bütün yanma tepkimelerinde ısı açığa çıkmaz. Örneğin azotun yanması için ısı gereklidir yani tepkime endotermiktir.



$N_2(g) + O_2(g) + \text{ısı} \rightarrow 2NO(g)$

Günlük yaşamda kullanılan doğal gazın yapısında metan gazı vardır. Bu gazın yanması esnasında açığa çıkan ısı, evlerde ve sanayide çeşitli amaçlarla kullanılır.



$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(s) + \text{ısı}$

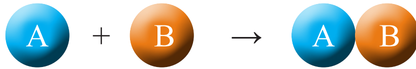
Sentez (Oluşum) Tepkimeleri

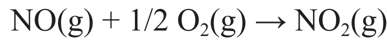
Görsel 1.6'daki bu kahverengi kızıllığın sebebi hava kirliliğidir. Gün batımı esnasında Güneş'ten gelen ışınlar, hava kirliliğine sebep olan taneciklerde kırınıma uğrar. Bu da gökyüzünün kahverengi kızıl renge bürünmesine sebep olur. Azot dioksit (NO_2) gazı da hava kirliliğine yol açan temel bileşenler arasındadır. Bu gaz, özellikle araç egzozlarından çıkan azot monoksitin havadaki oksijen ile tepkimesi sonucunda oluşur. Bu tepkime, yanma tepkimesi olmakla beraber aynı zamanda sentez tepkimesidir.

Sentez tepkimeleri, iki ya da daha fazla tepkenin tek bir madde (ürün) oluşturduğu tepkime türüdür.

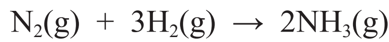

Görsel 1.6: Hava kirliliği

Genel Gösterim




$NO(g) + 1/2\ O_2(g) \rightarrow NO_2(g)$


$CaO(k) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(k)$


$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

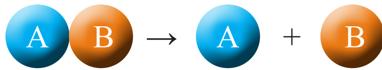
Analiz (Ayrışma) Tepkimeleri

Otomobillerde bir kaza esnasında sürücünün ve yolcuların hayatını korumaya yarayan hava yastıkları (Görsel 1.7) bulunur. Bu hava yastıklarının içinde sodyum azid (NaN_3) adlı bileşik vardır. Şiddetli bir kaza meydana geldiğinde araçtaki darbe algılayıcı, bu bileşiğe elektrik akımı iletir ve bileşiğin, sodyum metaline ve azot gazına ayrışmasını sağlar. Oluşan azot gazı hava yastığını hızla şişirerek sürücü ve yolcuların bir kaza esnasında karşılaşacakları yaralanmaları en aza indirir. Burada gerçekleşen olay bir analiz tepkimesidir.

Analiz tepkimeleri; herhangi bir bileşiğin ısı, ışık ya da elektrik enerjisi yardımıyla bileşenlerine ayrılması şeklinde gerçekleşen tepkime türüdür.


Görsel 1.7: Araç hava yastığı

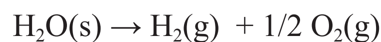
Genel Gösterim

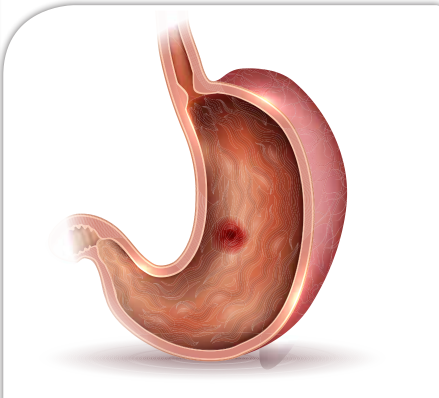



$2NaN_3(k) \rightarrow 2Na(k) + 3N_2(g)$


$CaCO_3(k) \rightarrow CaO(k) + CO_2(g)$


$NaClO_3(k) \rightarrow NaCl(k) + 3/2\ O_2(g)$


$H_2O(s) \rightarrow H_2(g) + 1/2\ O_2(g)$

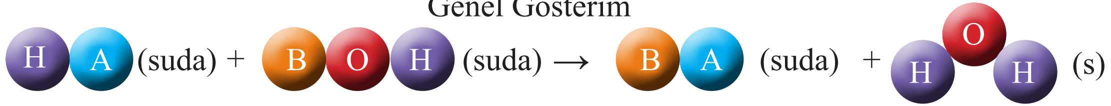


Görsel 1.8: Fazla asidin sebep olduğu yara, midede yanma hissine yol açar.

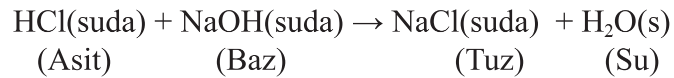
Asit-Baz Tepkimeleri

Stres altındayken veya gereğinden fazla gıda tüketildiğinde midede yanma ya da ekşime meydana gelir. Bunun nedeni midenin fazla salgıladığı hidroklorik asittir. Hidroklorik asit, tüketilen besinlerin midede sindirilmesinde görev alır. $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $NaHCO_3$ (yemek sodası) gibi baz özelliği taşıyan maddeler midenin artan asitliğini nötrleştirerek midedeki yanma hissini (Görsel 1.8) azaltır.

Sulu çözeltilerine hidrojen iyonu (H^+) veren maddelere **asit**, hidroksit iyonu (OH^-) veren maddelere ise **baz** denir. Bir asit ile bir baz karıştırıldığında asitten gelen hidrojen iyonu (H^+) ve bazdan gelen hidroksit iyonu (OH^-) tepkimeye girerek suyu oluşturur. Buna **nötrleşme** adı verilir.



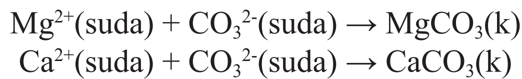
Örneğin HCl ile NaOH arasında gerçekleşen nötrleşme tepkimesi şu şekilde gösterilebilir:



$$HCl(suda) + NaOH(suda) \rightarrow NaCl(suda) + H_2O(s)$$
(Asit) (Baz) (Tuz) (Su)

Çözünme-Çökelme Tepkimeleri

Sert su içerisinde Ca^{2+} ve Mg^{2+} gibi iyonlar çözünmüş hâlde bulunur. Bu iyonlar zamanla küvetlerin, fayansların gri bir renkle kaplanmasına ve hoş olmayan görüntülerin ortaya çıkmasına sebep olur. Ayrıca su ısıtıcısı veya çamaşır makinesi gibi elektrikli aletlerin rezistanslarının kireçle kaplanmasına ve bu aletlerin daha çabuk bozulmasına yol açar. Giysiler sert sularla yıkandığında sabun gibi bazı temizlik maddeleri yeterince köpürmez. Bundan dolayı daha iyi temizlik sağlayabilmek için daha fazla sabun kullanmak gerekir. Bu durumu engellemek için en yaygın kullanılan temizlik maddesi sodyum karbonattır. Bu madde, suda çözündüğünde Na^+ ve CO_3^{2-} iyonlarını meydana getirir. Karbonat iyonları sert sudaki Mg^{2+} ve Ca^{2+} iyonları ile tepkimeye girer ve çözeltideki çöken katıları oluşturur.



$$Mg^{2+}(suda) + CO_3^{2-}(suda) \rightarrow MgCO_3(k)$$
$$Ca^{2+}(suda) + CO_3^{2-}(suda) \rightarrow CaCO_3(k)$$

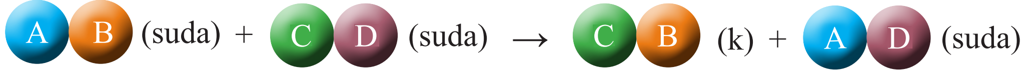
Mg^{2+} ve Ca^{2+} iyonları çöktüğü için sabunla tepkimeye girmez. Bu da daha fazla sabun tüketimini, giysilerin yıpranmasını ve banyoda istenmeyen gri tabakaların oluşumunu engeller.

İki çözelti karıştırıldığı zaman bir tepkime meydana gelebilir ve bu tepkime sonucunda suda çözünmeyen bir katı oluşabilir. Bu tür tepkimelere **çözünme-çökelme tepkimeleri** denir. Bu tepkimeler mağaralardaki sarkıt ve dikitlerin, Pamukkale'deki travertenlerin (Görsel 1.9) oluşmasını sağlamıştır.



Görsel 1.9: Pamukkale'deki travertenler

Genel Gösterim



Potasyum iyodür çözeltisi ile kurşun(II) nitrat çözeltisi karıştırıldığı zaman sarı renkli, suda çözünmeyen kurşun(II) iyodür katısı oluşur. Bu olayın tepkime denklemi şu şekildedir:



$$2KI(suda) + Pb(NO_3)_2(suda) \rightarrow PbI_2(k) + 2KNO_3(suda)$$

Çözünme-çökelme tepkimelerinde katının oluşumunu gösteren tepkimeye **net iyon denklemi** denir. Yukarıda yer alan tepkimenin net iyon denklemi şu şekildedir:



$$Pb^{2+}(suda) + 2I^{-}(suda) \rightarrow PbI_2(k)$$

K^+ ve NO_3^- iyonları ise bu tepkimede katı oluşturmaz ve suda çözünmüş hâlde bulunur. Bunlara **seyirci iyonlar** adı verilir.

Örnek: Aşağıdaki tepkimelerin türlerini karşılarına yazınız.

a) $N_2(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$
b) $H_2SO_4(suda) + Mg(OH)_2(suda) \rightarrow MgSO_4(suda) + 2H_2O(s)$
c) $AgNO_3(suda) + KI(suda) \rightarrow AgI(k) + KNO_3(suda)$
ç) $KClO_3(k) \rightarrow KCl(k) + 3/2\ O_2(g)$

Çözüm

a) Azot oksijenle tepkimeye girdiği için bu bir yanma tepkimesidir. Ayrıca iki madde tek ürün oluşturduğu için aynı zamanda bir sentez tepkimesidir.

b) H_2SO_4 asit, $Mg(OH)_2$ ise bazdır. Bu nedenle bu bir asit-baz tepkimesidir.

c) İki çözelti tepkimeye girmiş, bir katı bir de çözelti oluşmuştur. Bu nedenle bu bir çözünme-çökelme tepkimesidir.

ç) Tepkimeye tek bir madde girmiş ve tepkime sonunda birden fazla ürün oluşmuştur. Bu nedenle bu bir analiz tepkimesidir.

Alıştırma: Aşağıda verilen tepkimelerin türlerini karşılarına yazınız.

a) $C(k) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

b) $K_2S(suda) + Ca(OH)_2(suda) \rightarrow CaS(k) + 2KOH(suda)$

c) $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$

ç) $HCl(suda) + KOH(suda) \rightarrow KCl(suda) + H_2O(s)$

d) $H_2(g) + Br_2(g) \rightarrow 2HBr(g)$

1.3.3. Tepkime Denklemlerinin Denkleştirilmesi

Kütlenin korunumu kanununa göre kimyasal bir tepkimede toplam kütleyle beraber atomların türü ve sayısı korunur. Atom çekirdeklerinde bir değişim meydana gelmediği için proton ve nötron sayıları da değişmez. Tepkimelerde alınan ve verilen elektron sayısı eşit olduğu için de toplam elektron sayısında değişiklik meydana gelmez. Kimyasal tepkimelerde mol ve molekül sayıları ile gaz hacmi korunmayabilir.


$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ Mol ve molekül sayıları ile gaz hacmi korunmuştur.


$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ Mol ve molekül sayıları ile gaz hacmi korunmamıştır.

Kimyasal tepkime denklemleri kütlenin korunumu kanununa göre denkleştirilir. Kimyasal tepkimelerde bütün atomlar hesaba katılmalıdır ve tepkimeye giren her bir atomun sayısı ürünlerdeki atom sayısına eşit olmalıdır.

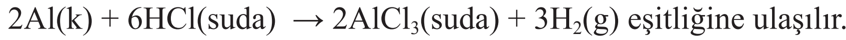
Kimyasal tepkimeler denkleştirilirken şu adımlar izlenebilir:

- Denklemin her iki tarafında birer bileşikte ortak element varsa önce o element denkleştirilir.
- Tepkimeye giren ve oluşan ürünlerden biri serbest element olarak bulunuyorsa en son o element denkleştirilir.
- Bileşik katsayıları tam sayı olmalıdır. Moleküler elementlerin katsayıları kesirli olabilir.

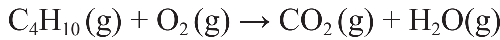
Örnek: $Al(k) + HCl(suda) \rightarrow AlCl_3(suda) + H_2(g)$ tepkime denklemini denkleştiriniz.

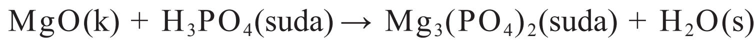
Çözüm: Eşitliğin her iki tarafında yer alan Cl atom sayısını eşitlemek için HCl bileşiğinin önüne 3 yazılmalıdır. Daha sonra hidrojenleri eşitleyebilmek için sağ tarafta yer alan H_2 molekülünün önüne 3/2 katsayısı yazılmalıdır.

Kimyasal eşitliklerde kesirli sayıların kullanılması genellikle uygun değildir. Bu yüzden eşitliğin her iki tarafı da 2 ile çarpılmalıdır. Buradan

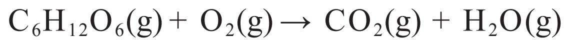

$2Al(k) + 6HCl(suda) \rightarrow 2AlCl_3(suda) + 3H_2(g)$ eşitliğine ulaşılır.

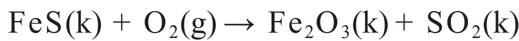
Alıştırma: Aşağıdaki tepkimeleri uygun katsayılar kullanarak denkleştiriniz.

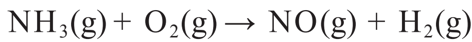

$C_4H_{10}(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$

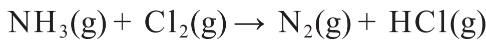

$MgO(k) + H_3PO_4(suda) \rightarrow Mg_3(PO_4)_2(suda) + H_2O(s)$


$Mg_3B_2(k) + H_2O(s) \rightarrow Mg(OH)_2(suda) + B_2H_6(g)$


$C_6H_{12}O_6(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$

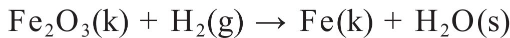

$FeS(k) + O_2(g) \rightarrow Fe_2O_3(k) + SO_2(k)$


$NH_3(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + H_2(g)$


$NH_3(g) + Cl_2(g) \rightarrow N_2(g) + HCl(g)$


$P_4O_{10}(k) + H_2O(s) \rightarrow H_3PO_4(suda)$


$Al_4C_3(k) + H_2O(s) \rightarrow Al(OH)_3(suda) + CH_4(g)$


$Fe_2O_3(k) + H_2(g) \rightarrow Fe(k) + H_2O(s)$



DENEY



Magnezyumun Yanması

Amaç

Yanma olayınını gözlemlemek ve bir bileşiği oluşturan elementlerin kütlece birleşme oranlarını araştırmak



Madde ve Malzemeler

- Magnezyum şerit
- Pens
- Bunzen beki
- Hassas terazi
- Kroze (porselen kapsül)

Deneyin Yapılışı

1. Magnezyum şeritten 3 gramlık bir parça kesiniz.
2. Krozeyi boş bir şekilde tartınız.
3. Magnezyum şeridi pens yardımıyla tutarak bunzen beki alevine yaklaştırınız.
4. Yanan magnezyum şeridi krozenin içine koyarak yanma işleminin sonlanmasını bekleyiniz. Daha sonra krozeyi içindeki madde ile birlikte tartınız.
5. Magnezyum şeridin kütlesinde meydana gelen artışı tabloya kaydediniz.
6. Yukarıdaki işlemleri 6 ve 9 gramlık magnezyum şerit kullanarak tekrarlayınız. Bulduğunuz sonuçları tabloya ekleyiniz.
7. Deney sonunda ortamı bir sonraki grup için temizlemeden laboratuvardan ayrılmayınız.

Mg Kütlesi (g)	Yanma Sonrası Oluşan Maddenin Kütlesi	Kütle Artışı	Mg Kütlesi / Kütle Artışı
3			
6			
9			

Sorular

1. Tepkime sonunda magnezyum kütlesindeki artışın sebebi ne olabilir?
2. Tepkime denklemi nasıl yazılabilir?
3. Tepkime sonunda hangi bileşik oluşur ve bu bileşikteki elementlerin kütlece birleşme oranı nedir?

Yorumlarınız

DENEY








Kurşun(II) İyodürün Çöktürülmesi

Amaç

Kimyasal tepkimelerde renk değişimi ve çökelek oluşumunu gözlemlemek

Madde ve Malzemeler

- Kurşun(II) nitrat [($Pb(NO_3)_2$)]
- Potasyum iyodür (KI)
- Saf su
- 250 mL'lik beher (2 adet)
- 100 mL'lik mezür
- 50 mL'lik erlen
- Hassas terazi
- Spatül
- Baget

Deneyin Yapılışı

1. 10 gram potasyum iyodürü spatül yardımıyla beherin içine koyunuz. Potasyum iyodürün üzerine mezür kullanarak 100 mL saf su ilave ediniz. Potasyum iyodürü bir baget kullanarak çözünene kadar karıştırınız.
2. Yukarıdaki işlemleri 10 gram kurşun(II) nitrat için tekrarlayınız.
3. Hazırladığınız kurşun(II) nitrat çözeltisini yavaş yavaş potasyum iyodür çözeltisine ilave edip değişimi gözlemleyiniz.



Sorular

1. Tepkime sonunda oluşan çökelek hangi tuz olabilir?
2. Tepkime denklemi nasıl yazılabilir?

Yorumlarınız



EBA ortamındaki kimyasal tepkimeler konulu ders içeriği için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.

1.4. KİMYASAL TEPKİMELERDE HESAPLAMALAR



Bir binanın temeli atılırken ne kadar çimento, kum ve su kullanılacağı çok önemlidir. Kum, su ya da çimentonun fazla ya da az kullanılması temelin dolayısıyla binanın sağlamlığını etkiler. Benzer şekilde bir hekim de reçeteye yazdığı bir ilacın günde kaç doz alınacağını ilacın etken madde miktarına göre belirler. İlaç üretilirken etken madde miktarlarında miligramlar düzeyinde yapılabilecek bir hata, ilacın tedavi edici özelliğini yok etmesi bir yana zararlı bir madde hâline gelmesine de sebep olabilir. Bu nedenle inşaat mühendisleri ve farmakologlar çok detaylı hesaplamalar yapmak zorundadırlar.

Kimyacılar da bir tepkime ile ilgili hesaplamalar yaparken inşaat mühendisleri ve farmakologlar gibi sabırlı ve dikkatli olmak zorundadır. Bu hesaplamalar bir binanın temeli ya da bir insanın omurgası kadar önemlidir.

Bu bölümde kimyasal hesaplamaların nasıl yapılacağı konusu ele alınacaktır.

1.4.1. Stokiyometrik Hesaplamalar

Bir kimyasal tepkime denklemi sayesinde tepkime hakkında bilgi elde edilir. Kimyasal formüller tepkimeye giren ve tepkimeden çıkan maddelerin kimliği hakkında bilgi vererek tepkimenin sınıflandırılmasını sağlar. Tepkime katsayıları tepkimede tükenen ve oluşan madde miktarları arasındaki sayısal ilişkiyi verir. Bu niceliksel ilişkilere **tepkime stokiyometrisi** adı verilir. Stokiyometrik hesaplamaların benzerleri günlük yaşamda kullanılabilir. Örneğin dört kişilik bir kek yapmak için 4 yumurta, 4 fincan şeker ve 4 fincan un gereklidir (Görsel 1.10).



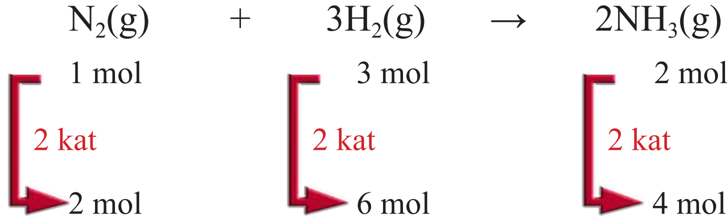
Görsel 1.10: Kek malzemeleri ve kek

Daha büyük bir kek yapılması istendiğinde bileşen miktarları tarifte verilen oranlara göre artırılmalıdır. Örneğin un ve şekerin yeterli miktarda olduğu kabul edilirse 8 kişilik kek yapmak için 8 yumurtaya ihtiyaç duyulur.

Stokiyometrik hesaplamalar yapılırken denkleştirilmiş tepkime denkleminden faydalanılır. Tepkimeye giren bir maddenin verilen miktarından, gerekli olan diğer maddenin miktarı ve oluşan ürün miktarı hesaplanabilir. Aynı şekilde istenen ürün miktarından tepkimeye girmesi gereken madde miktarları da bu yolla bulunabilir. Madde miktarı; tanecik sayısı, mol sayısı, kütle veya hacim olabilir.

a) Kimyasal Tepkime-Mol İlişkisi

Bir kimyasal tepkimenin katsayıları mol sayısı oranlarını verir. Aşağıdaki örnek tepkimeyi inceleyiniz.



Tepkime incelendiğinde 2 mol amonyak gazının oluşması için 1 mol azot gazına karşılık 3 mol hidrojen gazına ihtiyaç vardır. Tepkenlerin mol sayısı 2 katına çıkarılırsa oluşan amonyak gazının da mol sayısı 2 katına çıkar.

Örnek: 0,4 mol H_2O bileşiği elementlerine ayrıştırılıyor. Toplam kaç mol molekül oluşur?

Çözüm: $H_2O(s) \rightarrow H_2(g) + 1/2\ O_2(g)$

Tepkime katsayılarına göre 1 mol H_2O bileşiği elementlerine ayrıştığında 1 mol H_2 ve 0,5 mol O_2 oluşur.

Buna göre 0,4 mol H_2O bileşiği elementlerine ayrıştığında 0,4 mol H_2 ve 0,2 mol O_2 gazı, toplamda da 0,6 mol molekül oluşur.

Alıştırma

1. Bir miktar propan (C_3H_8) yeteri kadar O_2 ile yakılıyor. 0,9 mol CO_2 ve bir miktar H_2O oluştuğuna göre kaç mol C_3H_8 gazı tepkimeye girmiştir?
(Propanın yanma denklemini yazıp denkleştiriniz.)

2. Gümüş metalinin nitrik asitle verdiği tepkimenin denklemi şu şekildedir:
$3Ag(k) + 4HNO_3(suda) \rightarrow 3AgNO_3(suda) + NO(g) + 2H_2O(s)$
Buna göre 0,2 mol NO gazı oluşması için kaç mol Ag katısına ihtiyaç vardır?

FEN LİSESİ KİMYA10

b) Kimyasal Tepkime-Kütle İlişkisi

Kütle üzerinden hesaplama çoğu zaman hataya sebep olur. Bu nedenle verilen kütle büyüklüklerini mole çevirmekte fayda vardır.

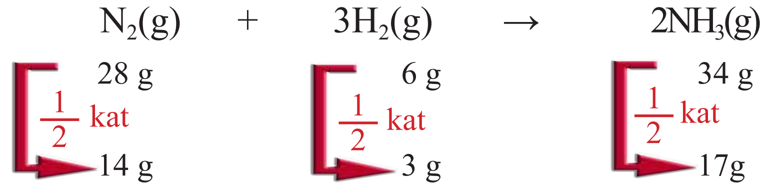
Bir kimyasal tepkimede tepkimeye giren ve tepkime sonucu oluşan maddelerin kütleleri üzerinden hesaplama yapılırken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Tepkime denklemindeki katsayılar arasındaki oran kütle oranı değildir.
- Tepkimeye giren ve tepkimeden çıkan maddelerin katsayıları mol kütleleri ile çarpılmalı ve işlemler buna göre yapılmalıdır.

Aşağıdaki örneği inceleyiniz.

1 mol N_2 molekülünün kütlesi : 28 g/mol
3 mol H_2 molekülünün kütlesi : 6 g/mol
2 mol NH_3 molekülünün kütlesi : 34 g/mol

$N_2(g) \quad + \quad 3H_2(g) \quad \rightarrow \quad 2NH_3(g)$



Tepkimeye göre 34 gram amonyak gazı oluşması için 28 gram azot gazı ve 6 gram hidrojen gazı gerekir. Tepkenlerin kütle miktarları yarıya düşürülürse oluşacak olan amonyak gazının kütlesi de yarıya düşer.

Örnek: 32 gram Fe_2O_3 bileşiği elementlerine ayrıştırılıyor. Bunun sonucunda kaç gram demir katısı ve oksijen gazı elde edilir?
(Fe: 56 g/mol, O: 16 g/mol)

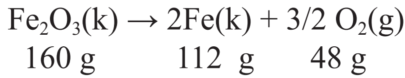
Çözüm

$Fe_2O_3(k) \rightarrow 2Fe(k) + 3/2\ O_2(g)$
160 g   112 g   48 g

Fe_2O_3 bileşiğinin mol kütlesi : 160 g/mol
Fe atomun mol kütlesi : 56 g/mol
O_2 molekülünün mol kütlesi : 32 g/mol

Tepkimeye göre

160 g Fe_2O_3 bileşiğinden — 112 g Fe
32 g Fe_2O_3 bileşiğinden — X



X= 22,4 g Fe elementi oluşur.

160 g Fe_2O_3 bileşiğinden — 48 g O_2
32 g Fe_2O_3 bileşiğinden — X

X= 9,6 g O_2 gazı oluşur.

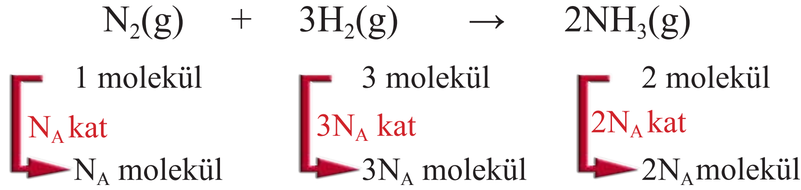
Alıştırma: 30,4 gram CS_2 bileşiği yeteri kadar O_2 ile yakılıyor. Tepkime sonunda CO_2 ve SO_2 gazları oluşmaktadır. Buna göre yanma tepkimesini yazıp denkleştirerek kaç gram SO_2 oluştuğunu bulunuz.
(C:12 g/mol, S: 32 g/mol, O: 16 g/mol)

c) Kimyasal Tepkime-Tanecik Sayısı İlişkisi

Bir tepkimeye giren tanecik; atom, molekül ya da iyon olabilir. Tanecik sayısı üzerinden hesaplama yapılırken tepkimeye giren ve tepkimeden çıkan maddelerin katsayıları kullanılır.

Aşağıdaki örneği inceleyiniz.

$$N_2(g) \quad + \quad 3H_2(g) \quad \rightarrow \quad 2NH_3(g)$$



Tepkimeye göre 1 tane azot molekülü ile 3 tane hidrojen molekülü tepkimeye girerek 2 tane amonyak molekülü oluşturmaktadır. Tepkimeye giren maddelerin tanecik miktarı Avogadro sayısı kadar artırılırsa oluşacak olan ürün de aynı oranda artar.

Örnek: $2{,}408.10^{22}$ tane AlI_3 bileşiği elementlerine ayrıştırılıyor. Oluşan elementlerin tanecik sayıları kaçtır?
($N_A = 6{,}02.10^{23}$)

Çözüm: $2AlI_3(k) \rightarrow 2Al(k) + 3I_2(g)$

Tepkimeye göre

$2 \times 6{,}02.10^{23} = 1{,}204.10^{24}$ tane AlI_3 bileşiği elementlerine ayrıştığında

$2 \times 6{,}02.10^{23} = 1{,}204.10^{24}$ tane Al atomu,

$3 \times 6{,}02.10^{23} = 1{,}806.10^{24}$ tane iyot molekülü oluşur.

Katsayılar incelendiğinde AlI_3 ile Al arasında 2:2 oranının, AlI_3 ile I_2 arasında ise 2:3 oranının bulunduğu görülür. Bu durumda $2{,}408.10^{22}$ tane AlI_3 bileşiği elementlerine ayrıştığında $2{,}408.10^{22}$ tane Al atomu ve $3{,}612.10^{22}$ tane I_2 molekülü oluşur.

Alıştırma: $1{,}204.10^{23}$ tane SO_3 molekülü elementlerine ayrıştırılıyor. Oluşan elementlerin tanecik sayıları kaçtır?
($N_A = 6{,}02.10^{23}$)

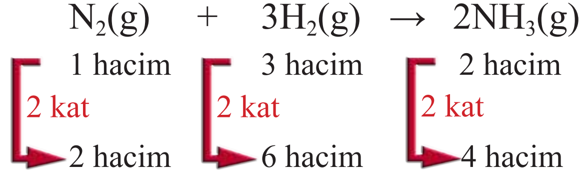
FEN LİSESİ KİMYA 10

Tanecikleri arasında hiçbir etkileşim olmayan ve öz hacimleri ihmal edilen gazlara **ideal gaz** denir.

ç) Kimyasal Tepkime-Hacim İlişkisi

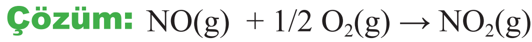
Avogadro hipotezine göre aynı şartlarda eşit hacme sahip tüm gazlar eşit sayıda tanecik içerir. Bu nedenle bir tepkimedeki gazların tepkime katsayıları hacim olarak da ifade edilebilir.

Aşağıdaki örneği inceleyiniz.



Tepkime katsayılarına göre 1 hacim azot gazı ile 3 hacim hidrojen gazı tepkimeye girerek 2 hacim amonyak gazı oluşturmaktadır. Tepkimeye giren gazların hacimleri kaç kat artarsa oluşan gaz hacmi de aynı oranda artar.

Örnek: 5 litre NO gazı ile yeteri kadar O_2 gazının tepkimesinden aynı şartlarda kaç litre NO_2 gazı oluşur?

Çözüm: 
$NO(g) + 1/2\ O_2(g) \rightarrow NO_2(g)$

Tepkime katsayılarına göre aynı şartlarda 1 hacim NO gazı ile 0,5 hacim O_2 gazı tepkimeye girerek 1 hacim NO_2 gazını oluşturmaktadır. Tepkime katsayı oranları 2:1:2 şeklindedir. Bu durumda

Tepkime sonunda 5 litre NO_2 gazı oluşur.

Alıştırma

1. 10 litre CH_4 gazını yakmak için aynı şartlarda kaç litre hava gereklidir? (Havanın yaklaşık 1/5'i oksijen gazıdır.)

2. $2NOCl(g) \rightarrow 2NO(g) + Cl_2(g)$ tepkime denklemine göre normal şartlarda 5,6 litre klor gazı oluşuyor. Buna göre harcanan NOCl gazı normal şartlarda kaç litre hacim kaplar?

Sınırlayıcı Bileşeni Olan Tepkimeler

Bir kimyasal tepkime gerçekleşirken tepkimeye giren maddeler tepkime denklemindeki oranda olmayabilir. Tepkimeye giren maddeler arasında önce tükenen, **sınırlayıcı bileşen** adını alır. Bu bileşen, ürün miktarını belirler. Bir tepkimede sınırlayıcı bileşen bittiğinde tepkime sonlanır. Örneğin daha önceki tarifte belirtildiği gibi 4 yumurta, 4 fincan un ve 4 fincan şeker ile 4 kişilik bir kek yapılabilir. Ancak yeteri kadar malzeme yoksa eldeki malzeme oranında bir kek yapmak gerekir.

Mevcut malzeme:	2 yumurta +	4 fincan un +	4 fincan şeker
Kullanılan malzeme:	2 yumurta +	2 fincan un +	2 fincan şeker
Artan malzeme:	——	2 fincan un	2 fincan şeker

Yumurta, burada sınırlayıcı bileşendir. Dolayısıyla eldeki malzeme ile 4 kişilik değil 2 kişilik kek yapılabilir. Kimyasal tepkimelerde de benzer durum söz konusu olabilir.

Örnek: 12 mol azot gazı ve 18 mol hidrojen gazı NH_3 gazı oluşturmak üzere tepkimeye giriyor. Buna göre

a) Sınırlayıcı bileşen hangisidir?

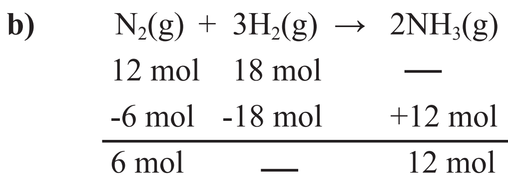
b) Artan maddenin mol sayısı kaçtır?

c) En çok kaç mol NH_3 gazı oluşur?

Çözüm: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

a) Tepkime katsayı oranları 1:3:2 şeklindedir. 1 mol N_2 gazının tamamen tükenmesi için 3 mol H_2 gazına ihtiyaç vardır. 12 mol N_2 gazının tükenmesi için ise 36 mol H_2 gazı gerekmektedir. Ortamda yeterli miktarda H_2 gazı olmadığına göre H_2 sınırlayıcı bileşendir.

b)



$N_2(g)$ +	$3H_2(g)$ →	$2NH_3(g)$
12 mol	18 mol	—
-6 mol	-18 mol	+12 mol
6 mol	—	12 mol

Sınırlayıcı bileşen olan H_2 gazının tamamı tükenir. N_2 ile H_2 arasındaki oran 1:3 olduğu için 18 mol H_2 gazına karşılık 6 mol N_2 gazı tepkimeye girer. N_2 gazından 6 mol artar.

c) N_2 ile NH_3 arasındaki oran 1:2 olduğundan harcanan 6 mol N_2 gazına karşılık 12 mol NH_3 gazı oluşur.

Alıştırma: Eşit kütlede Mg katısı ve O_2 gazının tepkimesi sonucunda 0,1 mol MgO bileşiği oluşuyor. Buna göre

(O: 16 g/mol, Mg: 24 g/mol)

a) Sınırlayıcı bileşen hangisidir?

b) Hangi maddeden kaç gram artar?

Verim Hesabı

Bir kimyasal tepkimede, tepkenlerin verilen miktarlarından tepkime denklemine göre elde edilen en fazla ürün miktarına **teorik verim** denir. Deneyler sonunda elde edilen verime **gerçek verim**, gerçek verimin teorik verime oranına ise **yüzde verim** adı verilir.

$$\% \text{ Verim} = \frac{\text{Gerçek verim}}{\text{Teorik verim}} \times 100$$

ya da

$$\% \text{ Verim} = \frac{\text{Tepkimeden elde edilen miktar}}{\text{Tepkimeden elde edilmesi beklenen miktar}} \times 100$$

Örnek: 16 gram SO_3 bileşiği elementlerine ayrıştırılıyor. İşlem sonucunda 2,4 gram oksijen gazı elde edildiğine göre tepkimenin yüzde verimi nedir?
(O: 16 g/mol, S: 32 g/mol)

Çözüm: $SO_3(g) \rightarrow SO_2(g) + 1/2\ O_2(g)$

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{16}{80} = 0{,}2 \text{ mol } SO_3 \text{ gazı} \qquad n = \frac{m}{M_A} = \frac{2{,}4}{32} = 0{,}075 \text{ mol } O_2 \text{ gazı}$$

Denklem katsayılarına göre teorik olarak 1 mol SO_3 bileşiğinden 0,5 mol O_2 oluşmaktadır. Buna göre de 0,2 mol SO_3 gazından 0,1 mol O_2 gazı elde edilir. Deney sonunda elde edilen O_2 miktarı ise 0,075 moldür.

$$\% \text{ Verim} = \frac{0{,}075}{0{,}1} \times 100 = 75$$

Alıştırma

1. $2C_4H_{10}(g) + 13O_2(g) \rightarrow 8CO_2(g) + 10H_2O(g)$
tepkime denklemine göre 29 gram bütan (C_4H_{10}) gazından 44 gram karbon dioksit (CO_2) gazı elde edildiğine göre bu tepkimenin verimi nedir?
(H: 1 g/mol, C: 12 g/mol, O: 16 g/mol)

2. $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$
tepkime denklemine göre 2 mol H_2 ve 2 mol Cl_2 gazları tepkimeye girdiğinde 36,5 gram HCl oluşmaktadır. Buna göre tepkime verimini hesaplayınız.
(H: 1 g/mol, Cl: 35,5 g/mol)



DENEY



$AgNO_3$ ve NaCl Arasında Gerçekleşen Çözünme-Çökelme Tepkimesi

Amaç

$AgNO_3$ ve NaCl çözünme-çökelme tepkimesini kullanarak verim hesabı yapmak



Madde ve Malzemeler

- Saf su
- $AgNO_3$ katısı
- NaCl katısı
- 250 mL'lik beher (3 adet)
- Cam baget
- Erlen
- Huni
- Süzgeç kâğıdı
- Hassas terazi

Deneyin Yapılışı

1. 17 gram $AgNO_3$ tuzunu 100 mL saf suda çözünüz.
2. 5,8 gram NaCl tuzunu 100 mL saf suda çözünüz.
3. Çözeltileri bir beherde karıştırınız ve tepkimeyi gerçekleştiriniz.
4. Tepkime sonucu oluşan beyaz çökeleği süzgeç kâğıdı yardımıyla süzünüz.
5. Süzgeç kâğıdını sıcak bir ortamda kurumaya bırakınız.
6. Kurumuş süzüntüyü hassas terazide tartınız.
7. Tartım sonucunu kaydederek verim hesabını yapınız.

Sorular

1. $AgNO_3$ ve NaCl arasında gerçekleşen tepkimenin denklemi nasıl yazılabilir?
2. Tepkime için hazırlanan tepkenlerin mol sayısı kaçtır?
3. Tepkime verimi için ne söylenebilir?

Yorumlarınız

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Başlangıç noktasındaki petekten hareketle ifadeler doğru ise mavi oku, yanlış ise kırmızı oku takip ederek varış noktasına ulaşınız.

BAŞLA

İki element birden fazla bileşik oluşturabilir.

H_2SO_3 ve H_2SO_4 bileşiklerindeki katlı oran 3/4'tür.

Bileşik ve karışım oluşumunda kütlenin korunumu kanununa uyulur.

0,5 mol CH_4 molekülünde $1,204.10^{24}$ tane H atomu bulunur.

10 g tuz ile 50 g sudan oluşan karışımda sabit oran 1/5'tir.

Bileşik oluşumunda sabit oran Proust tarafından yasalaştırılmıştır.

10 g tuz ile 50 g sudan 60 g tuzlu su oluşması kütlenin korunumuna örnektir.

$P_4O_{10} + H_2O \rightarrow H_3PO_4$ tepkimesi denkleştirilirse suyun katsayısı 5 olur.

H_2O ve H_2O_2 bileşiklerinde oksijenler arasındaki katlı oran 1/2'dir.

Kimyasal tepkimelerde molekül sayısı korunur.

Bağıl atom kütlesi ^{12}C izotopuna göre hesaplanır.

Kütle korunumu kanunu her türlü tepkimede geçerlidir.

Dalton'un katlı oranlar kanunu, kütle korunumu ve sabit oranlar kanununu da içerir.

0,2 mol C_3H_8 bileşiğinin yanması için 1 mol oksijen gazı gerekir.

C_2H_4 ile C_3H_6 bileşikleri arasında katlı oran yoktur.

1 mol H_2O ve 1 mol NH_3 eşit kütlededir.

VARIŞ

2 mol Mg $1,204.10^{22}$ tane atom içerir.

Tepkime denklemleri katlı oranlar kanununa göre denkleştirilir.

4 g S ile 6 g O atomundan oluşan SO_3 bileşiğinde sabit oran 2/3'tür.

$1 \text{ akb} = \frac{1}{N_A}$ gramdır.

C_2H_5, C_4H_{10} bileşiğinin basit formülüdür.

Kütle korunumu kanununu John Dalton ortaya koymuştur.

$NH_3 + HBr \rightarrow NH_4Br$ tepkimesi analizdir.

NŞ'de 22,4 L NH_3 gazında 3 g hidrojen vardır.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki soruların doğru cevaplarını işaretleyiniz.

1. 18. yüzyılda yaşayan ünlü bilim insanı Antoine Lavoisier yaptığı bir deneyde, bir miktar kalay metalini içi hava dolu bir cam balona koyup ağzını kapatarak tartmıştır. Cam balonun ağzını açmadan ısıttığında balonda beyaz bir toz oluştuğunu gözlemiştir. Bu cam balonu tekrar tarttığında başlangıçtaki ağırlığın değişmediğini görmüştür.
Lavoisier yaptığı bu deneyle kimyadaki hangi kanunu bulmuştur? (YGS-2012)
A) Sabit oranlar
B) Katlı oranlar
C) Birleşen hacim oranları
D) Kütlenin korunumu
E) Avogadro

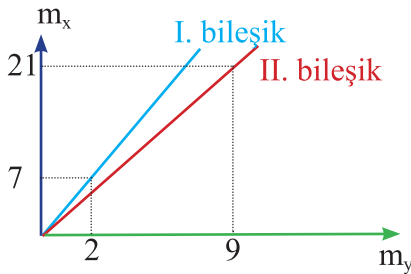
2. Ameliyatlarda anestezik amaçlı kullanılan ve halk arasında gülme gazı diye bilinen bileşik, azot ve oksijen elementlerinden oluşmaktadır. Bileşikteki azotun oksijene kütlece oranı 7/4'tür.
Buna göre aşağıda azot ve oksijen numune miktarları verilen bileşiklerden hangisi gülme gazıdır?
A) 10 gram azot, 15 gram oksijen
B) 9 gram azot, 11 gram oksijen
C) 14 gram azot, 8 gram oksijen
D) 19 gram azot, 33 gram oksijen
E) 7 gram azot, 20 gram oksijen

3. X ve Y arasında XY_2 ve X_2Y_5 bileşikleri oluşmaktadır.

	X (gram)	Y (gram)	Formül
I. Bileşik	7	16	XY_2
II. Bileşik	8,4	m	X_2Y_5

Tablodaki değerlere göre "m" kaçtır?
A) 20 B) 24 C) 28 D) 32 E) 40

4.



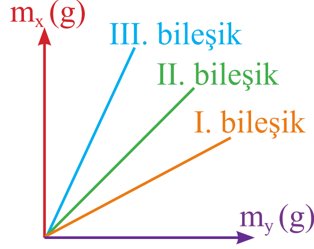
X ve Y elementlerinden oluşan iki ayrı bileşikteki X ve Y kütleleri grafikte gösterilmiştir.
Buna göre X ve Y elementlerinden oluşan bileşiklerin formülleri aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

	I. Bileşik	II. Bileşik
A)	XY_2	X_2Y_5
B)	X_2Y	XY_2
C)	X_2Y_5	X_2Y
D)	X_2Y_3	XY_2
E)	XY	X_2Y_3

5. Katlı oranlar yasası göz önüne alındığında aşağıdaki bileşiklerin hangisinde oksijenin ağırlıkça yüzdesi <u>en yüksektir</u>? (Kimya Olimpiyatları-2000)

A) NO B) NO_2 C) N_2O D) N_2O_5 E) N_2O_4

6.

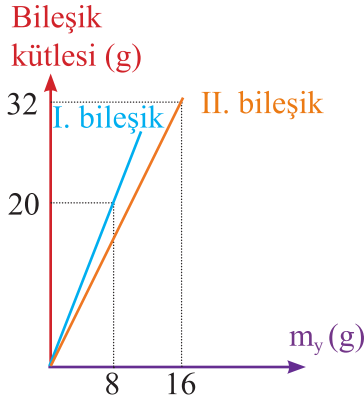


X ve Y üç ayrı bileşik yapmaktadır. Bu bileşiklerde X ve Y elementlerinin kütle değişimi grafikteki gibidir.

Buna göre bu bileşiklerin formülleri aşağıdakilerden hangisi olabilir?

	I. Bileşik	II. Bileşik	III. Bileşik
A)	XY_2	XY_3	XY_5
B)	XY_5	X_2Y_3	X_2Y
C)	X_2Y	X_2Y_3	X_2Y_4
D)	XY	X_2Y_3	X_2Y
E)	XY	X_2Y	X_2Y_3

7.



X ve Y elementlerinden oluşan iki ayrı bileşiğin ve bu bileşiklerdeki Y elementinin kütleleri grafikte verilmiştir.

Buna göre birinci bileşikteki X'in kütlesinin ikinci bileşikteki X'in kütlesine oranı kaçtır?

A) 2/3 B) 3/2 C) 2 D) 1/2 E) 3/4

8. Aşağıdaki bileşik çiftlerinin her biri için aynı miktar X ile birleşen Y'lerin miktarları arasındaki oran hesaplanıyor.

	1. Bileşik	2. Bileşik
I.	XY_2	XY_3
II.	X_2Y	X_2Y_3
III.	XY	X_2Y_3

Bu bileşik çiftlerinin hangisinde 1. bileşikteki Y miktarının, 2. bileşikteki Y miktarına oranı 2/3'tür? (ÖSS-2002)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

9. 16 litre CO ve CO_2 gaz karışımını yakmak için aynı koşullarda 30 litre hava kullanıldığına göre başlangıç karışımındaki V_{CO}/V_{CO_2} oranı aşağıdakilerden hangisidir?
(Havanın 1/5'i oksijen gazıdır.)

A) 3 B) 3/8 C) 2/3 D) 1/5 E) 1/3

10.		Atom Sayısı
1 mol oksijen atomu	:	n_1
2 gram hidrojen gazı	:	n_2
$6,02.10^{23}$ tane oksijen molekülü	:	n_3

Verilen maddelerin atom sayıları arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?
(H: 1 g/mol)
A) $n_3 > n_2 > n_1$ B) $n_2 > n_3 > n_1$ C) $2n_1 = n_2 = n_3$ D) $n_1 = n_2 = n_3$ E) $2n_1 = n_2 = 2n_3$

11. SO_3 gazı 8 tane atom içermektedir.
Buna göre SO_3 gazı için
I. 24 mol oksijen içerir.
II. N/2 tane molekül içerir.
III. Normal koşullarda $44,8/6,02.10^{23}$ L hacim kaplar.
yargılarından hangileri doğrudur? (N: Avogadro sayısı)
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

12. 1 mol H atomu 1 gramdır ve $6,02.10^{23}$ tane atom içerir.
Avogadro sayısı $6,02.10^{22}$ alınırsa
I. Bir mol hidrojenin ağırlığı
II. Bir tane hidrojen atomunun ağırlığı
III. Bir tane hidrojen atomunun proton sayısı
niceliklerinden hangileri <u>değişmez</u>?
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

13. I. N_A tane oksijen atomu içeren H_2O
II. Normal koşullarda 22,4 L hacim kaplayan H_2O
III. 2 gram hidrojen atomu içeren H_2O
Yukarıdakilerden hangileri 1 mol H_2O bileşiğinin kütlesine eşittir?
(H: 1 g/mol, O: 16 g/mol)
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) I, II ve III

14. Aşağıdakilerin hangisinde en fazla sayıda atom vardır? (Kimya Olimpiyatları-1993)
(H: 1 g/mol, O: 16 g/mol, Cr: 52 g/mol)
A) 14 gram Cr_2O_3
B) 4,6 gram H_2O
C) 0,04 mol CO_2
D) $6,02.10^{21}$ molekül N_2O_3
E) Normal şartlar altında 5,6 litre O_3 gazı

15. Atomik kütle birimi ile ilgili
I. 1 tane azot atomunun kütlesi 1 akb'dir.
II. 1 akb 1 grama eşittir.
III. 1 gram azot atomu sayısı, 14 akb azot atomu sayısından çoktur.
yargılarından hangileri <u>yanlıştır?</u>
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

16. Çamaşır sodasının ($Na_2CO_3.10H_2O$) 1,0 gramında $4,2.10^{21}$ tane sodyum atomu bulunur.
Çamaşır sodasının 1,0 gramında kaç tane oksijen atomu vardır? (Kimya Olimpiyatları-2004)
(H: 1 g/mol, C: 12 g/mol, O: 16 g/mol, Na: 23 g/mol)
A) $2,1.10^{21}$ B) $6,3.10^{21}$ C) $8,4.10^{21}$ D) $2,7.10^{22}$ E) $3,2.10^{22}$

17. Aşağıdakilerden hangisinin içerdiği atom sayısı en fazladır?
A) 1 mol NO_2
B) 2 mol Ar
C) 3 mol Cl_2O
D) 4 mol CO
E) 3 mol NH_3

18. $KClO_3(k) \rightarrow KCl(k) + O_2(g)$ tepkimesi mümkün olan en küçük tam sayılar ile denkleştirildiğinde giren ve ürünlerin katsayılarının toplamı aşağıdakilerden hangisi olur?
A) 3 B) 5 C) 6 D) 7 E) 8

19. Aşağıdaki olaylarda gerçekleşen kimyasal tepkimelerden hangisi diğerlerinden farklıdır?
A) Doğal gazın yanması
B) Demirin paslanması
C) Traverten oluşumu
D) Gümüşün kararması
E) Bitkilerin solunum yapması

20. $C(k) + H_2SO_4(suda) \rightarrow CO_2(g) + SO_2(g) + H_2O(s)$
Yukarıdaki tepkimeye göre 36 gram karbonun yeterince H_2SO_4 ile tepkimesinden oluşan CO_2 gazının mol sayısı kaçtır?
(C: 12 g/mol) (Tepkimeyi denkleştiriniz.)
A) 1 B) 2 C) 0,5 D) 3 E) 4

21. Annesiyle birlikte sınıf arkadaşlarına jöle yapmak isteyen Hatice şu malzemeleri kullanmaktadır:
1 fincan şeker
2 fincan toz jelatin
1/2 fincan meyve parçası
Verilen malzeme miktarlarıyla 3 kap jöle yapılabilmektedir.
Hatice ve annesi 5 fincan şeker, 12 fincan toz jelatin ve 4 fincan meyve parçası ile en fazla kaç kap jöle yapabilir?
A) 4 B) 5 C) 15 D) 18 E) 24

22. $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(s)$ tepkimesi için
I. 1 propan (C_3H_8) molekülü 5 oksijen molekülü ile tepkimeye girer.
II. 1 gram propan molekülü 5 gram oksijen molekülü ile tepkimeye girer.
III. 1 mol propan molekülü 5 mol oksijen atomu ile tepkimeye girer.
yargılarından hangileri doğrudur?
(H: 1 g/mol, C: 12 g/mol, O: 16 g/mol)
A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III D) I, II, III E) II ve III

23. 3 mol alüminyum ile 6 mol klor gazı, alüminyum klorür oluşturmak için tepkimeye giriyor.
Buna göre tepkimenin sınırlayıcı bileşeni ve artan maddenin mol sayısı aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

Sınırlayıcı Bileşen	Artan Maddenin Mol Sayısı
A) Cl_2	2
B) Al	1,5
C) Al	3
D) Cl_2	1,5
E) Al	1

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

24. C_6H_6 (s) + HNO_3(suda) → $C_6H_5NO_2$(s) + H_2O(s)
Tepkime denklemine göre 78 gram benzen (C_6H_6), yeterli miktarda nitrik asit (HNO_3) ile tepkimeye girdiğinde 9 gram H_2O oluşmaktadır.
Buna göre tepkime verimi aşağıdakilerden hangisidir?
(C_6H_6: 78 g/mol, H_2O: 18 g/mol)
A) %100 B) %90 C) %50 D) %12 E) %2

25. Kireç taşından ($CaCO_3$) 950-1000 °C gibi sıcaklıklarda sönmemiş kireç (CaO) ve karbon dioksit (CO_2) elde ediliyor.
1 ton kireç taşından %75 verimle kaç mol CaO elde edilir?
($CaCO_3$: 100 g/mol)
A) 104 mol B) $1,5.10^3$ mol C) 10^6 mol D) $7,5.10^3$ mol E) $2,5.10^3$ mol

26. NaBr, fotoğrafçılıkta kullanılan gümüş bromürün (AgBr) elde edilmesinde kullanılır ve aşağıda verilen tepkimeye göre üretilir.
Fe_3Br_8(k) + Na_2CO_3(k) →NaBr(k) + CO_2(g) + Fe_3O_4(k)
161,6 g Fe_3Br_8 bileşiğinden 123,6 g NaBr elde ediliyor.
Buna göre tepkimenin verimi yüzde kaçtır? (Tepkimeyi denkleştiriniz.)
(Fe: 56 g/mol, Na: 23 g/mol, Br: 80 g/mol)
A) %100 B) %80 C) %75 D) %60 E) %50

B) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

27. Demirin paslanması olayında demirin kütlesi artar. Kibrit yanınca ise kibritin kütlesi azalır.
Bu iki tepkime kütlenin korunumu kanunu ile çelişir mi? Nedenleriyle açıklayınız.

28. Aşağıdaki madde çiftleri arasında katlı oran olup olmadığını belirterek bulduğunuz katlı oran değerlerini yazınız.
a) NO_2 -N_2O_5
b) NO_2-CO_2
c) NO_2-N_2O_4
ç) C_2H_2-C_4H_8

29.

	A (gram)	B (gram)
I. Bileşik	3,2	3,2
II. Bileşik	32	48

A ve B elementlerinin oluşturduğu iki bileşikten birincinin kimyasal formülü AB_2 ise ikinci bileşiğin formülü nedir?

30. SO_3 ve NO bileşiklerinin içerdiği atom sayıları eşittir.
Buna göre karışımdaki azot monoksit bileşiğinin kütlece yüzdesini bulunuz.
(S: 32 g/mol, N: 14 g/mol, O: 16 g/mol)

31. Ayşe bir terazi ile ölçüm yapmaktadır.



Aşağıda verilenlerden hangileri yapıldığında terazi dengelenir?

a) 1. kaptan 0,5 mol $CaCO_3$ alınmalıdır.

b) 2. kaba 50 gram Mg_3N_2 eklenmelidir.

c) 1. kaptan $3,01.10^{23}$ tane $CaCO_3$ molekülü çıkarılmalıdır.

(C: 12 g/mol, N: 14 g/mol, O: 16 g/mol, Mg: 24 g/mol, Ca: 40 g/mol)

32. 43,2 gram N_2O_5 gazı

a) Kaç moldür?

b) Kaç tane molekül içerir?

c) Kaç mol atom içerir?

ç) Kaç gram azot atomu içerir?

d) Kaç gram oksijen atomu içerir?

e) Normal şartlar altında kaç litre hacim kaplar?

(N:14 g/mol, O:16 g/mol, N_A : $6,02.10^{23}$)

33. Şekildeki sabit hacimli kaba 0,4 mol H_2 gazı ekleniyor. Buna göre

(C: 12 g/mol, H: 1 g/mol)

a) Molekül sayısı kaç katına çıkar?

b) Hidrojen atomu sayısı kaç katına çıkar?

c) Kütle kaç katına çıkar?

ç) Toplam atom sayısı kaç katına çıkar?

0,2 mol CH_4

34. Aşağıdaki tepkimeleri sınıflandırınız.

a) H_2SO_4(suda) + 2NaOH(suda) → Na_2SO_4(suda) + $2H_2O$(s)

b) 2Fe(k) + 3/2 O_2(g) → Fe_2O_3(k)

c) K_2S(suda) + $Cu(NO_3)_2$(suda) → CuS(k) + $2KNO_3$(suda)

ç) $KClO_3$(k) → KCl(k) + 3/2 O_2(g)

d) H_2(g) + S(k) → H_2S(g)

35. Aynı koşullarda eşit hacimdeki SO_2 ve O_2 gazlarından SO_3 gazı oluşurken hacim 5 litre azalıyor.

Oluşan gazın hacminin artan gazın hacmine oranı kaçtır?

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

36. Kaynak yapılırken kullanılan asetilen (C_2H_2), CaC_2 bileşiğinin (karpit) suyla tepkimesi sonucu elde edilir. Tepkimenin denklemi şu şekildedir:



$CaC_2(k) + 2H_2O(s) \rightarrow Ca(OH)_2(suda) + C_2H_2(g)$

160 gram karpitin yeterli miktarda suyla tepkimesinden 26 gram asetilen elde edildiğine göre tepkimenin verim yüzdesi nedir?

(H: 1 g/mol, C: 12 g/mol, O: 16 g/mol, Ca: 40 g/mol)

37. Kuartz (SiO_2) genellikle kimyasal reaksiyonlara karşı isteksizdir ancak hidroflorik asitle (HF) aşağıdaki denkleme göre tepkime verir.



$SiO_2(k) + 4HF(g) \rightarrow SiF_4(g) + 2H_2O(s)$

2 mol HF gazı ile 4,5 mol SiO_2 tepkimeye giriyor. Buna göre

a) Sınırlayıcı bileşen hangisidir?

b) Oluşan SiF_4 gazı 0 °C sıcaklık ve 1 atm basınçta kaç litre hacim kaplar?

38. $S(k) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ tepkimesini oluşturmak üzere

a) Eşit tanecik sayısında

b) Eşit kütlede

c) Eşit atom sayısında

ç) Eşit molde

alınan kükürt ve oksijenin yukarıdakilerin hangilerinde artansız tepkimeye gireceğini hesaplayınız.

(O: 16 g/mol, S: 32 g/mol)

39. Çamaşır suyu olarak da bilinen sodyum hipoklorit (NaOCl) üretilirken NaOH içerisinden Cl_2 gazı geçirilir. Bu tepkime sonucunda su, sofra tuzu ve çamaşır suyu elde edilir. 16 g NaOH bileşiğinin harcandığı tepkime ile ilgili olarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Normal koşullarda kaç litre Cl_2 gazına ihtiyaç vardır?

b) Kaç gram çamaşır suyu elde edilir?

c) Kaç tane H_2O molekülü oluşur?

(H: 1 g/mol, O: 16 g/mol, Na: 23 g/mol, Cl: 35,5 g/mol, N_A: $6{,}02.10^{23}$)

CEVAP ANAHTARI

1. Ünite

Konu İçi Alıştırmalar

Sayfa 15 m_{O_2}= 9,6 g

Sayfa 16 56 gram Y

Sayfa 17 Katlı oran 1/2

Sayfa 18 a) Uymaz. b) Uymaz. c) Uyar. ç) Uymaz.

Sayfa 19 a) 15 L Y_2 artar b) 10 L

Sayfa 26 1. A 2. II>I=III

Sayfa 27 a) 62 g b) 18 g c) 142 g ç) 213 g

Sayfa 28 1. ^{10}B= %20 ^{11}B= %80
2. O.A.K= 24,3 g

Sayfa 30 1. %25 C_2H_6 2. $36 \times 6{,}02.10^{23}$ 3. 11,2 L CO_2

Sayfa 35 a) Yanma, sentez b) Çözünme-çökelme c) Yanma ç) Nötrleşme d) Sentez

Sayfa 36
$C_4H_{10} + 13/2O_2 \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O$
$3MgO + 2H_3PO_4 \rightarrow Mg_3(PO_4)_2 + 3H_2O$
$Mg_3B_2 + 6H_2O \rightarrow 3Mg(OH)_2 + B_2H_6$
$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$
$2FeS + 7/2O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + 2SO_2$
$2NH_3 + O_2 \rightarrow 2NO + 3H_2$
$2NH_3 + 3Cl_2 \rightarrow N_2 + 6HCl$
$P_4O_{10} + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$
$Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 4Al(OH)_3 + 3CH_4$
$Fe_2O_3 + 3H_2 \rightarrow 2Fe + 3H_2O$

Sayfa 41 1. 0,3 mol C_3H_8 2. 0,6 mol Ag

Sayfa 42 51,2 g SO_2 oluşur.

Sayfa 43 $1{,}204.10^{23}$ tane S atomu ve $1{,}806.10^{23}$ tane O_2 molekülü

Sayfa 44 1. 100 L hava 2. 11,2 L NOCl

Sayfa 45 a) Mg b) 0,8 g O_2 artar

Sayfa 46 1. %50 2. %25

Sayfa 48 D-D-Y-D-D-D-D-Y-Y-D-Y-D-D-Y-D-Y

Ölçme ve Değerlendirme

1. D	2. C	3. B	4. E	5. D	6. B	7. B	8. E	9. A	10. C	11. C	12. E
13.D	14. B	15. D	16. D	17. E	18. D	19. C	20. D	21. C	22. A	23. B	24. C
25. D	26. C										

27. Demir katısı havanın oksijeni ile tepkimeye girer. Demir ve oksijenin kütlelerinin toplamı pasın kütlesine eşittir. Kibrit yanınca açığa CO_2 gazı çıkar. Açığa çıkan gaz ve kül toplamı kibritin kütlesine eşittir.

28. a) Uyar (4/5). b) Uymaz. c) Uymaz. ç) Uyar (1/2).

29. AB_3

30. %42,8

31. a) Dengelenir. b) Dengelenir. c) Dengelenir.

32. a) 0,4 mol b) $2{,}408.10^{23}$ tane molekül c) 2,8 mol atom ç) 11,2 gram
d) 32 gram e) 8,96 L

33. a) 3 b) 2 c) 1,25 ç) 1,8

34. a) Nötrleşme b) Yanma c) Çözünme-çökelme ç) Analiz d) Sentez

35. $V_{oluşan}/V_{artan}$= 2

36. %40 verim

37. a) HF b) 11,2 L

38. a) Artansız b) Artansız c) Artanlı ç) Artansız

39. a) 4,48 L b) 14,9 gram c) $1{,}204.10^{23}$